Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, информатики и информационных технологий
Кафедра высшей математики

Применение статистической обработки данных для оценки и улучшения качества учебного процесса в образовательном учреждении

Выпускная квалификационная работа

Квалификационная работа
допущена к защите
Зав. кафедрой

«_____»___________2016 г.

____
подпись

Руководитель ОПОП:

____
подпись

Исполнитель:
Крутакова Татьяна Алексеевна
обучающийся в группе БП – 41

____
подпись

Научный руководитель:
Бодряков В. Ю.
Заведующий кафедрой высшей математики

____
подпись

Екатеринбург – 2016

Оглавление

Введение

Практически каждому специалисту в своей профессиональной деятельности приходится сталкиваться с необходимостью поиска, обработки и анализа статистической информации, т.е. необходимостью проводить операции над количественными данными, которые осуществляются в соответствии с математическими законами. Под статистическими данными понимается совокупность упорядоченных данных о некоторых массовых явлениях или процессах в числовой форме. Статистика является наукой, которая изучает сбор, анализ и обработку статистических данных, и основана на математических законах теории вероятностей и математической статистики. В каждой области человеческой деятельности разработаны свои специфические форматы представления и способы обработки статистических данных (демографические, экономические, медицинские, педагогические и др.). Как правило, систематический анализ статистических данных (мониторинг) проводится, с одной стороны, с целью количественной оценки текущей ситуации и, с другой стороны, с целью прогнозирования развития ситуации в будущем для принятия основанных на фактах управленческих решениях. Примером инструмента мониторинга качества школьного образования в Российской Федерации является Единый государственный экзамен (ЕГЭ), позволяющий, фактически в режиме реального времени, отслеживать качество предметной подготовки выпускников российских школ. В значительной степени результаты ЕГЭ позволяют прогнозировать качество подготовки будущих молодых специалистов – выпускников вузов, поступивших в вузы по результатам ЕГЭ и освоивших образовательные программы высшего образования (обычно уровня бакалавриата).

Актуальность настоящей выпускной квалификационной работы (ВКР) обусловлена доминирующей в обществе парадигмой необходимости существенного повышения качества образования на всех уровнях.

Применительно к региональному уровню и с учетом непростой текущей экономической ситуации в стране, одной из главных задач системы мониторинга качества образования на Урале является количественная оценка готовности выпускников школ (абитуриентов вуза, первокурсников) к освоению инженерных направлений подготовки. Это важно, как для Российской Федерации в целом [1], так и, в особенности, для технологически и промышленно насыщенного Уральского региона [2]. Чрезвычайно важно обеспечить подготовку специалистов высокого уровня, способных к самостоятельной исследовательской деятельности и работе в сфере высоких технологий, включая информационные.

Сказанное обусловило выбор **темы** настоящей выпускной квалификационной работы: «Применение статистической обработки данных для оценки и улучшения качества учебного процесса в образовательном учреждении».

В Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования (ФГОС ВО) представлена совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ бакалавриата по направлению подготовки «01.03.02 – Прикладная математика и информатика». Выпускник бакалавра должен решать ряд задач в соответствии с выбранным видом профессиональной деятельности (научно - исследовательская, проектная и производственно - технологическая, организационно – управленческая, социально - педагогическая деятельность). Конкретный вид деятельности определяется соответствующим высшим учебным заведением [3]. Основным видом профессиональной деятельности в УрГПУ Института математики информатики и информационных технологий (ИМИиИТ) по направлению подготовки «01.03.02 – Прикладная математика и информатика» выбрана научно - исследовательская деятельность. Таким образом, выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

– изучение новых научных результатов, научной литературы или научно-исследовательских проектов в соответствии с профилем объекта профессиональной деятельности;
– изучение информационных систем методами математического прогнозирования и системного анализа;
– исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов;
– составление научных обзоров, рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований;
– подготовка научных и научно-технических публикаций;
– участие в работе научных семинаров, научно-тематических конференций, симпозиумов.

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки «01.03.02 – Прикладная математика и информатика» область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает: научные и ведомственные организации, связанные с решением научных и технических задач; научно-исследовательские и вычислительные центры; научно-производственные объединения. Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен уметь оперировать с перечисленными в ФГОС ВО объектами профессиональной деятельности. В результате освоения программы бакалавриата у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции [3].

Объектом исследования является оценка и улучшение качества учебного процесса в образовательном учреждении.

Предметом исследования является применение статистической обработки выборочных данных мониторинга качества подготовки выпускников уральских школ по математике и ИКТ для оценки и выработки рекомендаций по улучшению качества учебного процесса в образовательном учреждении.

В соответствии с духом и буквой профильного образовательного стандарта **целью** выпускной квалификационной работы является формирование и предъявление общепрофессиональных и профессиональных компетенций, регламентированных ФГОС ВО по направлению подготовки «01.03.02 – Прикладная математика и информатика», в частности:

1. Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1);
2. Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2);
3. Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области математических, информационных технологий, образовательного контента, прикладных баз данных (ОПК-3);
4. Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий (ОПК-4).
5. Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1);
6. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2);
7. Способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности (ПК-3) [3].

Для достижения поставленной цели в ВКР решались следующие задачи:

1. Оценить ЕГЭ как инструмент мониторинга качества школьного образования в РФ (литературный обзор);

2. Построить теоретическое биномиальное (опорное) распределение для «среднего студента (учащегося)»;
3. Оценить уровень математической подготовленности абитуриентов, поступающих в ИМИиИТ УрГПУ в сопоставлении с федеральными результатами ЕГЭ и с опорным распределением для «среднего студента»;
4. Проверить с помощью критерия Пирсона χ^2 насколько точно модель биномиального распределения «среднего студента» описывается моделью нормального распределения;
5. Провести корреляционный анализ статистической связи между баллами ЕГЭ по Математике и Информатике и ИКТ абитуриентов, поступающих на ИМИиИТ УрГПУ на направление подготовки «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения;
6. Сформулировать практические рекомендации для организации математического образования студентов, поступивших в ИМИиИТ на направления подготовки «44.03.01 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата)» на заочное и очное отделение,«44.03.01 – Педагогическое образование «Информатика» (уровень бакалавриата)» и «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения.

Предварительные наблюдения и анализ послужили основанием для формулирования **гипотезы** этого исследования: по результатам статистической обработки количественных данных о качестве предметной подготовки абитуриентов ИМИиИТ УрГПУ в области математики и информатики можно дать конкретные методические рекомендации по эффективной организации учебного процесса на начальных курсах при изучении дисциплин основной профессиональной образовательной программы из модуля «Математика».

Глава 1. ЕГЭ как средство мониторинга образовательного процесса и математические методы обработки статистических данных этого мониторинга (литературный обзор)

1.1. ЕГЭ по математике как инструмент объективной оценки уровня математической подготовленности выпускников школ

Единый государственный экзамен (ЕГЭ) – это централизованная форма государственной итоговой аттестации, проводимая в Российской Федерации (РФ) для выпускников школ, лицеев и гимназий, также является и вступительным экзаменом в вузы. До 2013 года служил и вступительным экзаменом в средние специальные учебные заведения (ссузы), но новым законом об образовании они отменены [4].

Идеологию ЕГЭ определила необходимость создания единого механизма, в котором с помощью контрольно-измерительных материалов (КИМ), на всей территории РФ по одной и той же технологии проведения и оценивания результатов, можно было бы определить уровень подготовленности у учащихся по обязательным и выбранным им предметам. Кроме того, введение ЕГЭ должно было разрушить коррупцию в школах и в вузах. ЕГЭ должен был также уравнять шансы выпускников школ для поступления в вуз, т.е. послужить равнодоступным социальным лифтом [5, 6].

Экзамен проводится для всей территории России одинаково, всем участникам выдаются контрольно – измерительные материалы, в состав которых входят комплекты однотипных заданий, а также стандартные бланки для оформления ответов на полученные задания. После сдачи экзамена, участники получают свидетельства с указанием набранных баллов по всем предметам, которые они сдавали, при несдаче экзамена выпускнику предоставляется возможность пересдачи через год [7]. Результативность сдачи ЕГЭ определяется уровнем знаний по предмету, опытом выполнения «пробных» ЕГЭ и наличием психологической подготовки к сдаче экзамена. С 2009 года ЕГЭ является единственной формой сдачи экзамена для выпускников школ 11-х классов, а также основной формой вступительных экзаменов в вузы [8]. ЕГЭ считается сданным, если количество набранных тестовых баллов за экзамен (приведенных к 100-балльной шкале) не ниже установленной Министерством образования и науки РФ минимума (проходного балла).

Обязательными предметами для сдачи ЕГЭ являются русский язык и математика, школьник получит аттестат о законченном среднем (полном) общем образовании только в том случае, если оба обязательных экзамена буду сданы, в противном случае участник получит справу о том, что он посещал школу. Если же участник набрал баллы ниже порогового (минимального) уровня по одному обязательному предмету, тогда участник экзамена имеет возможность пересдать экзамен в дополнительно установленные сроки. Помимо этого, у школьника есть право выбрать дополнительные предметы для сдачи ЕГЭ:

- физика;
- химия;
- биология;
- география;
- литература;
- история;
- обществознание;
- информатика;
- английский язык;
- немецкий язык;
- французский язык;
- испанский язык.

Дополнительные предметы для сдачи в качестве ЕГЭ школьник выбирает исходя из предполагаемой направленности своего дальнейшего обучения в вузе. Пересдача экзамена для дополнительно выбранных предметов возможна только через год.

Как показывает статистика сдачи ЕГЭ [9], наиболее частые затруднения при сдаче экзамена вызывает математика. Каждый год для тысяч выпускников одной из сложнейших задач является задача набрать хотя бы минимальные баллы за экзамен и получить положительную отметку. ЕГЭ по математике ориентирован не только на проверку сформированных умений применить полученные знания для решения конкретных задач, но и умение логически грамотно излагать свои аргументы [10]. Таким образом, проблема существенного повышения качества математической подготовки школьников заслуживает большего внимания и усилий.

Более пристального внимания заслуживает и переводная шкала от первичных баллов ЕГЭ к тестовым (см. Таблица П.1.). Переводная шкала баллов ЕГЭ с 2010 года все больше трансформировалась вместе с изменением модели КИМ, которая нынче состоит из двух частей, различающихся формой, сложностью задний, а так же начисляемыми первичными баллами за каждое решенное задание из первой и второй частей [11,12].

В 2010 и 2011 годах особых изменений в КИМе не было, также как и в переводной шкале ЕГЭ. КИМ состоял из двух частей различающихся уровнем сложности: первая часть (базовая) включала в себя 12 заданий с В1 по В12 с кратким ответом, каждое из которых соответствовало 1 первичному баллу, вторая же часть состояла из 6 задач с развернутым ответом повышенной и высокой сложности с С1 по С6, где за задания С1, С2 можно было получить максимум по 2 балла, задания С3, С4 оценивались в 3 балла, а за задания С5 и С6 можно было получить по 4 первичных балла. Общий первичный балл в 2010 и 2011 годах одинаково равнялся 30 баллам, тогда как пороговый (проходной) тестовый балл поднялся с 21 (2010 год) до 24 (2011 год) [13,14].

В 2012, 2013 годах в базовую часть добавили два задания В13 и В14, на которые подразумевался краткий ответ с начислением по одному первичному баллу за правильно выполненное задание. С предыдущих лет (2010, 2011) вторая часть осталась без изменений, но общий первичный балл стал равняться 32 баллам, хотя пороговые баллы с 2011 года остались неизменными и составляли 24 тестовых балла [15,16].

В 2014 году соблюдена преемственность с 2013 года, к новшествам 2014 г. можно отнести добавление в первой части одного задания В15 и изменение порядка заданий в обеих частях с целью упорядочения групп, в первой части B1 – B10 теперь содержали задания базового уровня с кратким ответом, B11 – B15 содержали задания повышенного уровня сложности также с кратким ответом. Во второй части тоже произошла перестановка заданий, по такому же принципу, C1 – C4 были задания повышенного уровня сложности, а задания C5 и C6 высокого уровня сложности. В связи с добавлением одного задания, общий тестовый балл вновь повысился до 33 баллов [17].

Существенные нововведения произошли в 2015 году, впервые экзамен был разделен на два уровня: базовый и профильный. Базовый уровень ориентирован на тех выпускников, кому не нужна математика для поступления в вузы (учебные заведения гуманитарного профиля); профильный уровень ориентирован на тех, кому математика потребуется в дальнейшем обучении (учебные заведения технического, естественного научного профиля и т.п.) и в профессиональной деятельности. Базовый уровень ЕГЭ-2015 по Математике состоял из 20 вопросов с кратким ответом, за каждое правильно выполненное задание участник получал 1 первичный балл. Пороговый балл равнялся 7 набранным первичным баллам (первичные баллы по математике базового уровня не переводятся в тестовые баллы).

Задания экзамена профильного уровня разработаны на основе заданий КИМ 2014 года, но в них внесены незначительные изменения. В первой части убраны два задания базового уровня сложности, но во второй добавлено одно задание с экономическим содержанием высокого уровня сложности с развернутым ответом, за выполнение которого можно было получить 2 балла. Таким образом, за правильное выполнение всех заданий ЕГЭ по математике в 2015 году на профильном уровне можно было получить 34 первичных балла [18].

Проанализировав переводную шкалу баллов ЕГЭ с 2010 года по 2015, можно с уверенностью сказать о несправедливости шкалирования результатов. Решив только первую часть, где большинство заданий базового уровня сложности, причем еще и с кратким ответом, участник получает большее количество баллов за экзамен, нежели он решит вторую часть с повышенным и высоким уровнем сложности, на которые требуется логически обоснованный развернутый ответ. Изначально, участнику ЕГЭ –2010 достаточно было решить первую часть, и 60 баллов за экзамен было обеспечено, тогда как за действительно сложные задания части С можно было получить всего 40 баллов. К сожалению, с каждым годом, несправедливая трансформация шкалы перевода первичных баллов ЕГЭ в 100-балльные тестовые усиливается.

Для сравнения. Практика единого выпускного экзамена в тестовом виде действует и в других странах, однако у каждой страны есть своя специфика, так, например, в Казахстане также практикуют единый выпускной экзамен в виде тестирования; он называется Единое Национальное тестирование (ЕНТ). Впервые выпускники стали сдавать ЕНТ с 2004 года [19]. Тест проводится в конце учебного года, с 1 по 15 июня, из-за большого количества выпускников экзамен проводится в несколько потоков. ЕНТ пишут на казахском или русском языках по четырем обязательным предметам:

- математика;
- история Казахстана;
- русский язык;
- казахский язык.

И один предмет сдается дополнительно по выбору участника экзамена: история мира, иностранный язык, биология, география, химия, физика, литература в зависимости от выбранной специальности для дальнейшего профессионального обучения. Пишется экзамен в один день, на каждый предмет определяется по 25 вопросов, за каждый верный ответ участник получает по 1 баллу, максимальный балл получается равным 125. ЕНТ признают в качестве результатов государственной аттестации и приравнивают к вступительным испытаниям в вузы [20]. Помимо этого, по результатам ЕНТ каждый год разыгрываются гранты, с помощью которых выпускник может поступить на бесплатной основе в любой вуз республики.

Таким образом, проведенный литературный обзор позволяет дать следующую оценку ЕГЭ как инструмента мониторинга качества школьного образования в Российской Федерации. ЕГЭ повсеместно и уже достаточно долго используется в РФ, став, по сути, единственным официальным государственным средством итоговой оценки уровня предметной подготовки выпускников школ и мерой готовности выпускников продолжить обучение в вузах по программам высшего профессионального образования. Сотни тысяч школьников по всей стране каждый год в конце мая – начале июня сдают ЕГЭ и на его основе результатов сдачи ЕГЭ поступают в вузы на различные направления подготовки. Работа образовательных учреждений, как школ, так и вузов, строится с учетом сдачи ЕГЭ выпускников школ. По ряду позиций ЕГЭ присущи серьезные недостатки, которые требуют продолжения работы по улучшению качества КИМ и процедуры проведения экзаменов. Государственная итоговая аттестация типа ЕГЭ успешно применяется также и в других странах (со своими специфическими особенностями).

1.2. Математически аппарат

1.2.1. Биномиальное распределение

Пусть производится n независимых испытаний, в каждом из которых событие A может появиться либо не появиться. Пусть вероятность наступления события во всех испытаниях постоянна и равна p (вероятность успеха). Следовательно, вероятность непоявления события $q = 1 - p$ (вероятность неудачи). В качестве дискретной случайной величины (д.с.в.) X рассмотрим число k появлений события A в этих испытаниях.

Поставим перед собой задачу: найти закон распределения величины X. Для ее решения требуется определить возможные значения X и их вероятности. Очевидно, событие A в n испытаниях может либо не появиться, либо появиться один раз, либо два раза,…, либо n раз. Таким образом, возможные значения X таковы: $x_1 = 0$, $x_2 = 1$, $x_3 = 2$,…, $x_{n+1} = n$. Остается найти вероятности этих возможных значений, для чего достаточно воспользоваться формулой Бернулли [21]:

$$P_n(k) = C_n^k p^k q^{n-k}, \quad (1)$$

где, k = 0, 1, 2, …, n.

Формула (*) является искомым аналитическим выражением искомого закона распределения (распределения Бернулли).

Биномиальным называют распределение вероятностей, определяемое формулой Бернулли [21]. Закон назван «биномиальным» потому, что правую часть равенства (*) можно рассматривать как общий член разложения бинома Ньютона:

$$(p+q)^n = C_n^n p^n + C_n^{n-1} p^{n-1} q + \cdots + C_n^k p^k q^{n-k} + \cdots + C_n^0 q^n.$$

Таким образом, первый член разложения p^n определяет вероятность наступления рассматриваемого события n раз в n независимых испытаниях; второй член $np^{n-1}q$ определяет вероятность наступления события n – 1 раз;…; последний член q^n определяет вероятность того, что событие не появится ни разу. Напишем закон биномиальный закон в виде таблицы распределения вероятностей:

X	n	$n-1$	…	k	…	0
$P(X)$	p^n	$np^{n-1}q$	…	$C_n^k p^k q^{n-k}$	…	q^n

Пример 1. Построить модель биномиального распределения для гипотетического модельного «среднего студента (учащегося)» применительно к 100-балльной шкале ЕГЭ.

В ранее исследованных работах [22 – 24] обосновано, что средний студент при среднем уровне профессиональной педагогической требовательности по экзаменационной дисциплине, прикладывая к изучению достаточно высокие усилия, с вероятностью успеха p = 0,7 сможет ответить правильно на вопросы экзаменатора по этой дисциплине, т.е. в среднем будет правильно отвечать на 7 вопросов из 10; а с вероятностью q = 0,3 будет давать неверные или неполные ответы. В этом случае, вероятность успеха p = 0,7 в привычной пятибалльной шкале соответствует пограничной оценке между «удовлетворительно» и «хорошо». Преподаватель, задав далее дополнительные вопросы студенту, сможет окончательно определиться с его оценкой. Можно заметить, что такой подход позволяет, помимо прочего, оптимизировать работу экзаменатора, «откинув» явно слабейших и явно сильнейших студентов, с оценками которых «все ясно», и сосредоточившись на более тщательной, а потому более объективной и справедливой, оценке «средних» студентов.

Таким образом, в данном примере демонстрируется построение модели биномиального распределения для «среднего студента», определяемое с помощью «ЕГЭ-формулы Бернулли»:

$$P_n(k) = C_n^k p^k q^{n-k}, \qquad (1)$$

где n – число интервалов (в данном случае, n = 100); k = 0, 1, …, n; p = 0,7; q = 1 – 0,7 = 0,3.

Хотя расчет биномиальных вероятностей для «среднего студента» можно произвести и вручную, с помощью формулы (1), для вычислений разумно применять современные компьютерные средства и информационные технологии. Например, воспользоваться пакетом прикладных программ Microsoft Excel (MS Excel). В прикладном пакете MS Excel есть встроенные функции (уже готовые формулы), которые существенно облегчают и упрощают рутинные вычислительные процедуры. В частности, для расчета биномиального распределения в MS Excel имеется встроенная статистическая функция: «БИНОМРАСП (число успехов (k); число испытаний (n); вероятность успеха (p); интегральная (1 или 0))», где 1 – истина, 0 – ложь.

В конкретном рассматриваемом примере, при расчете биномиального распределения для «среднего студента» в MS Excel формулы имеют вид: «БИНОМРАСП(0;100;0,7;0), БИНОМРАСП(1;100;0,7;0), …, БИНОМРАСП(100;100;0,7;0)», соответственно, для k = 0, 1, …, 100. Результаты расчетов по модели биномиального распределения для «среднего студента» представлены в Приложении (Таблица П.2.1) и в виде гистограммы (Рис. 1), построенной также с помощью встроенных процедур MS Excel (выбор вкладки меню «Вставка», далее «Гистограммы» и «Гистограмма с группировкой»).

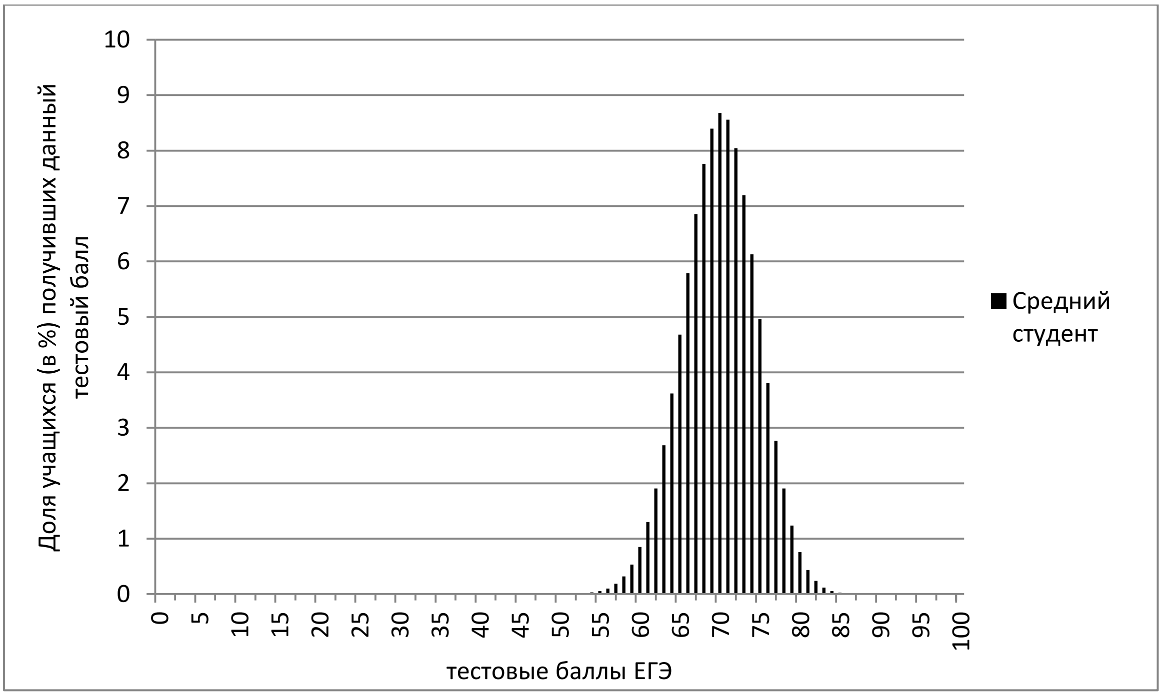

Рис. 1. Диаграмма биномиального распределения для «среднего студента».

1.2.2. Проверка статистических гипотез о нормальном распределении генеральной совокупности (критерий согласия Пирсона χ^2)

Если есть основания предположить, что закон распределения имеет определенный вид (допустим, назовем его *А*) и он неизвестен, то проверяют нулевую статистическую гипотезу: генеральная совокупность распределена по закону *А*.

Проверка гипотезы о предполагаемом законе неизвестного распределения производится так же, как и проверка гипотезы о параметрах распределения, т. е. при помощи специально подобранной случайной величины – критерия согласия. *Критерием согласия* называют критерий проверки гипотезы о предполагаемом законе неизвестного распределения [21]. В математической статистике рассматриваются различные критерии согласия (Пирсона, Колмогорова – Смирнова, и др.), но наибольшее распространение, благодаря своей надежности и сравнительной простоте в употреблении и интерпретации, получил критерий согласия Пирсона χ^2.

Опишем процедуру применения критерия Пирсона χ^2 и проверку гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. С этой же целью сравним эмпирические (наблюдаемые) и теоретические частоты (вычисленные в предположении нормального распределения).

Обычно эмпирические и теоретические частоты различаются. Случайно ли расхождение частот? Возможно, что расхождение случайно и объясняется малым числом наблюдений либо способом их группировки, либо другими причинами. Бывает также, что расхождение частот неслучайно (значимо) и объясняется тем, что теоретические частоты вычислены исходя из неверной гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности [25].

Критерий Пирсона позволяет получить математически обоснованный ответ на поставленный вопрос о виде распределения. Правда, как и любой статистический критерий, он не доказывает справедливость гипотезы, а лишь устанавливает на принятом уровне значимости ее согласие или несогласие с данными наблюдений.

Пусть по выборке объема $n = n_1 + n_2 + \ldots + n_s$ получено следующее эмпирическое частотное распределение:

Варианты .... x_i: $x_1, x_2, ..., x_s$,

Эмпирические частоты: … n_i: $n_1, n_2, ..., n_s$.

Допустим, что в предположении нормального распределения генеральной совокупности вычислены теоретические частоты n_i'. При уровне значимости α требуется проверить нулевую гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности (гипотеза H_0). Альтернативная (конкурирующая гипотеза) H_1: закон распределения отличен от нормального.

В качестве критерия проверки нулевой гипотезы примем случайную величину χ^2, вычисляемую по формуле Пирсона [21]:

$$\chi^2 = \sum \frac{\left(n_i - n_i'\right)^2}{n_i'}, \qquad (2)$$

где n_i – эмпирические частоты, n_i' – теоретические частоты.

Эта величина случайная, так как в различных опытах она принимает различные, заранее неизвестные значения. Ясно, что чем меньше различаются эмпирические и теоретические частоты, тем меньше величина критерия и, следовательно, он в известной степени характеризует близость эмпирического и теоретического распределения.

Пирсоном доказано, что при $n \to \infty$ закон распределения наблюдаемой случайной величины χ^2 независимо от того, какому закону распределения подчинена генеральная совокупность, стремится к пирсоновскому закону распределения χ^2 с k степенями свободы. Поэтому случайная величина χ^2 обозначена также через χ^2, а сам критерий называют критерием согласия Пирсона «хи-квадрат».

Число степеней свободы находят с помощью правила $k = s - 1 - r$, где s – число групп (частичных интервалов) выборки; r – число параметров предполагаемого распределения, которые оценены по данным самой выборки. Так, если предполагаемое распределение нормальное, то по выборке оценивают два параметра (математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение). Поэтому $r = 2$ и число степеней свободы $k = s - 1 - r = s - 3$ [25]. Если, например, предполагают, что генеральная совокупность распределена по закону Пуассона, то оценивают один параметр λ, поэтому $r = 1$ и $k = s - 2$.

Поскольку односторонний критерий более «жестко» отвергает нулевую гипотезу, чем двусторонний, построим правостороннюю критическую область исходя из требования, чтобы вероятность попадания критерия в эту область в предположении справедливости нулевой гипотезы была равна принятому уровню значимости α.

$$P(\chi^2 > \chi^2_{\text{кр}}(\alpha; k)) = \alpha.$$

Т. о., правосторонняя область определяется неравенством $\chi^2 > \chi^2_{\text{кр}}(\alpha; k)$, а область принятия нулевой гипотезы – неравенством $\chi^2 < \chi^2_{\text{кр}}(\alpha; k)$. Обозначим значение критерия, вычисленное по данным наблюдений, через $\chi^2_{\text{набл}}$.

Правило. Для того чтобы при заданном уровне значимости проверить нулевую гипотезу H_0: генеральная совокупность распределена нормально, надо сначала вычислить теоретические частоты, а затем наблюдаемое значение критерия:

$$\chi^2_{\text{набл}} = \sum \frac{\left(n_i - n_i^{'}\right)^2}{n_i^{'}},$$

и по таблице критических точек распределения χ^2, по заданному уровню значимости α и числу степеней свободы $k = s - 3$ найти критическую точку $\chi^2_{\text{кр}}(\alpha; k)$ [21].

Если $\chi^2_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{кр}}$ – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Если $\chi^2_{\text{набл}} > \chi^2_{\text{кр}}$ – нулевую гипотезу отвергают.

Алгоритм применения критерия согласия Пирсона χ^2 при проверке гипотезы о нормальном распределении случайной величины.

1. Выдвигают нулевую гипотезу о нормальном законе распределения случайной величины X;
2. Определяют теоретические частоты $n_i^{'}$ соответствующие эмпирическим частотам n_i;
3. Вычисляют наблюдаемое значение критерия:

$$\chi^2_{\text{набл}} = \sum \frac{\left(n_i - n_i^{'}\right)^2}{n_i^{'}};$$

4. По заданному уровню значимости α и числу степеней свободы $k = s - 3$ (где s – число групп выборки) находят критическое значение $\chi^2_{\text{кр}}$;
5. Сравниваем $\chi^2_{\text{набл}}$ и $\chi^2_{\text{кр}}$

   Если $\chi^2_{\text{набл}} > \chi^2_{\text{кр}}$ – нулевую гипотезу отвергают;

   Если $\chi^2_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{кр}}$ – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Пример 2. С помощью критерия согласия Пирсона χ^2 проверить статистическую гипотезу о соответствии модели биномиального распределения для «среднего студента» модели нормального распределения.

Для оценки степени близости биномиального распределения для «среднего студента» $P_n(k)$ с вероятностью успеха p = 0,7 и с вероятностью неудачи q = 0,3 (см.

Пример *1*) к нормальному распределению $N(a;\ \sigma;\ x) = N(70;\ 4{,}58;\ k)$:

$$N(a;\ \sigma;\ k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} exp\left\{-\frac{(k-a)^2}{2\sigma^2}\right\}\Delta k, \tag{3}$$

где Δk = 1 – ширина интервалов (в данном случае шаг по шкале баллов ЕГЭ), k = 0, 1, …, n.

Для вычисления нормального распределения нужно изначально посчитать: a – математическое ожидание дискретной случайной величины k, которая считается по формуле $a = M(k) = np$, в которой n *(*число интервалов) = 100, p *(*вероятность успеха) = 0,7. Тогда получается a = 100*0,7=70. Также еще нужно посчитать σ^2 – среднеквадратическое отклонение дискретной случайной величины k, которое имеет формулу: $\sigma = \sqrt{npq}$, в которой n (число интервалов) = 100, p (вероятность успеха) = 0,7 и q (вероятность неудачи) = 0,3. Тогда $\sigma = \sqrt{100 * 0{,}7 * 0{,}3} = 4{,}58$.

Для более точного результата, при расчете формулы нормального распределения, использовался электронный табличный процессор MS Excel, в котором также есть функция для быстрого и удобного расчета, которая возвращает нормальную формулу распределения «НОРМРАСП(x; математическое ожидание; стандартное отклонение; интегральная)».

В данном примере, формула имеет вид: «НОРМРАСП(k; a; σ; 0)», таким образом, подставляя найденные выше значения в формулу, получаем совокупность значений теоретических частот: «НОРМРАСП(0; 70; 4,58; 0)», «НОРМРАСП(1; 70; 4,58; 0)», …, «НОРМРАСП(100; 70; 4,58; 0)». Поскольку, математическое ожидание приходится на 70 баллов и значения теоретических частот в интервале от 0 до 45, а также от 95 до 100 баллов фактически равны нулю, было принято решение их не учитывать.

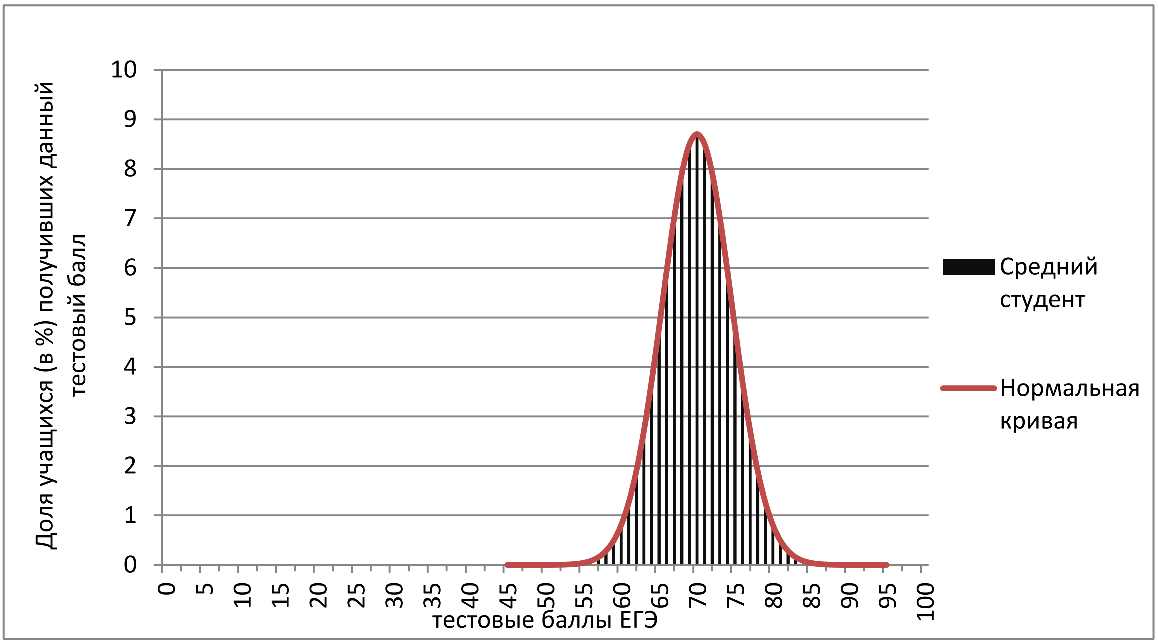

Рис. 2. Диаграмма биномиального распределения для «среднего студента» в сопоставлении с моделью нормального распределения

На Рис. 2 отчетливо видно практически полное совпадение биномиального распределения «среднего студента» с моделью нормального распределения, что вполне объяснимо действием закона больших чисел [21]. Таким образом, можно проверить соответствие биномиального распределения «среднего студента» и модели нормального распределения, используя критерий Пирсона χ^2 [21].

Используем описанный выше алгоритм применения критерия «хи-квадрат» Пирсона:

1. Выдвигаем нулевую и альтернативную гипотезу:

   H_0 (нулевая гипотеза): Расхождение модельных биномиальных частот («эмпирические» частоты) и теоретических частот по модели нормального распределения (теоретические частоты) незначительное.

   H_1 (альтернативная гипотеза): Расхождение модельных биномиальных частот («эмпирические» частоты) и теоретических частот по модели нормального распределения (теоретические частоты) значительное.

2. Вычисляем наблюдаемое значение критерия: $\chi^2_{набл} = \sum \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'}$. В результате расчетов с помощью электронной таблицы MS Excel получено наблюдаемое значение критерия $\chi^2_{набл} = 0{,}001285$ (см. тж. Таблица П.3.1);
3. Для определения $\chi^2_{кр}$ воспользуемся таблицей критических точек распределения χ^2, или же найдем их с помощью MS Excel, где можно воспользоваться формулой: «ХИ2ОБР (p; k)», где p – уровень значимости α, а k – число степеней свободы. В данном примере s (число групп выборки) = 100, α = 0,05, k = 100 – 3 = 97. Таким образом, $\chi^2_{кр}$ = 120,989.
4. Проводим сравнение: $\chi^2_{набл} << \chi^2_{кр}$, и основная гипотеза H_0 принимается на уровне значимости α = 0,05. Более того, можно заключить, что модель биномиального распределения «среднего студента» почти точно описывается моделью нормального распределения.

1.2.3. Корреляционный анализ. Проверка на значимость коэффициента корреляции.

Корреляционный анализ [21, 25–28] представляет собой совокупность методов статистической обработки данных, направленных на изучение статистической связи (взаимозависимости) переменных двух или более выборок. Зависимость между двумя или более выборками называется корреляционной, или корреляцией, если направленное изменение математического ожидания (среднего) одной из них влечет направленное изменение математического ожидания (среднего) другой.

Корреляция бывает линейной и криволинейной (параболическая, гиперболическая, степенная, и др.). В данной работе будет уместно рассмотреть только линейную корреляционную связь. Связь называется линейной, если происходит совместное изменение переменных в двух выборках, когда изменение одной переменной влечет за собой пропорциональное изменение другой. Примером может служить связь между ростом и весом человека.

Корреляционная связь может быть как положительная, так и отрицательная. Когда повышение уровня первой выборки, сопровождается повышением уровня второй выборки, корреляционная связь называется положительной. Если же снижение первой выборки совпадает с повышением второй выборки, то такая связь называется отрицательной. При отсутствии связи между двумя выборками, корреляция называется нулевой [26].

Если корреляционная связь является линейной, то мерой тесноты линейной зависимости является коэффициент корреляции r. Если переменные у выборок A и B независимы, то коэффициент корреляции равен нулю, а если коэффициент корреляции отличен от нуля, то переменные двух выборок зависимы. Значение коэффициента корреляции может варьироваться в промежутке [–1; 1], знак зависит от направления корреляционной связи (положительная или отрицательная). Чем больше значение коэффициента корреляции по модулю, тем сильнее связь между элементами и меньше разброс данных, и наоборот [27].

В зависимости от коэффициента корреляции различают связи:

- очень слабая (при $|r| \leq 0{,}19$);
- слабая (при $0{,}20 \leq |r| \leq 0{,}29$);
- умеренная (при $0{,}30 \leq |r| \leq 0{,}49$);
- средняя (при $0{,}50 \leq |r| \leq 0{,}69$);
- сильная или тесная при коэффициенте корреляции (при $|r| \geq 0{,}70$) [26].

Для проверки существования корреляционной связи между переменными двух выборок выдвигается статистическая гипотеза о значимости выборочного коэффициента корреляции $r_В$. Таким образом, нулевая гипотеза H_0: $r_В = 0$, а альтернативная H_1: $r_В \neq 0$. Если гипотеза H_0 будет отвергнута, то это будет означать, что коэффициент корреляции значим и между выборками существует корреляционная связь, в противном случае это будет означать отсутствие корреляционной связи между двумя выборками.

В качестве критерия проверки корреляционной связи между выборками используется случайная величина:

$$T_{\text{набл}} = r_{\text{в}}\sqrt{n-2}\ /\ \sqrt{1-r_{\text{в}}^2}, \tag{4}$$

где n – объём выборки.

При справедливой нулевой гипотезе величина $T_{\text{набл}}$ (с $k = n - 2$ степенями свободы) починяется распределению Стьюдента. Для этого по заданному уровню значимости α а также по степеням свободы $k = n - 2$ по таблице распределения Стьюдента определяется значение $t_{\text{крит}}(n, \alpha)$. Тогда сравниваются значения $T_{\text{набл}}$ и $t_{\text{крит}}(n, \alpha)$:

- если $|T_{\text{набл}}| < t_{\text{крит}}$ – тогда нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу;
- если $|T_{\text{набл}}| > t_{\text{крит}}$ – тогда нулевую гипотезу отвергают [28].

Пример 3: Проверить гипотезу о значимости корреляционной связи закона между баллами ЕГЭ по русскому языку и математике.

Было выдвинута гипотеза, хотя это и не было предметом исследования настоящей выпускной квалификационной работы, о том, что баллы двух обязательных ЕГЭ (по русскому языку и по математике) находятся в значимой парной корреляционной связи.

Анализ проведен по группе абитуриентов, поступающих на ИМИиИТ УрГПУ на направление подготовки «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения в 2011, 2013, 2015 гг. На уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ были выдвинуты две гипотезы:

H_0 (нулевая гипотеза): $r_{\text{В}} = 0$ – т.е. генеральный коэффициент корреляции равен нулю, и корреляционная связь незначима или отсутствует.

H_1 (альтернативная гипотеза): $r_{\text{В}} \neq 0$ – т.е. генеральный коэффициент корреляции значимо отличен от нуля, и корреляционная связь статистически значима.

В качестве критерия проверки H_0 была выбрана случайна величина $T_{\text{набл}}$, вычисляемая по формуле (4).

Критическое значение критерия $t_{крит}$ найдено по таблице критических точек распределения Стьюдента на заданном уровне значимости α = 0,05. В итоге получено значение $t_{крит}(n, \alpha) = 1{,}96$.

1. Вначале проведена проверка на корреляционную зависимость результатов обязательных ЕГЭ по математике и русскому языку для группы абитуриентов 2011 года. Выборка составила 107 чел., из которой 15 чел. поступили в ИМИиИТ УрГПУ (Рис. 3). При расчетах $T_{набл}$ и $t_{крит}(n, \alpha)$ результаты получились следующие: $r_в$ (выборочный коэффициент парной корреляции) = 0,40, $T_{набл} = 0{,}40\ \sqrt{107-2}\ /\ \sqrt{1-0{,}16} = 4{,}44$.

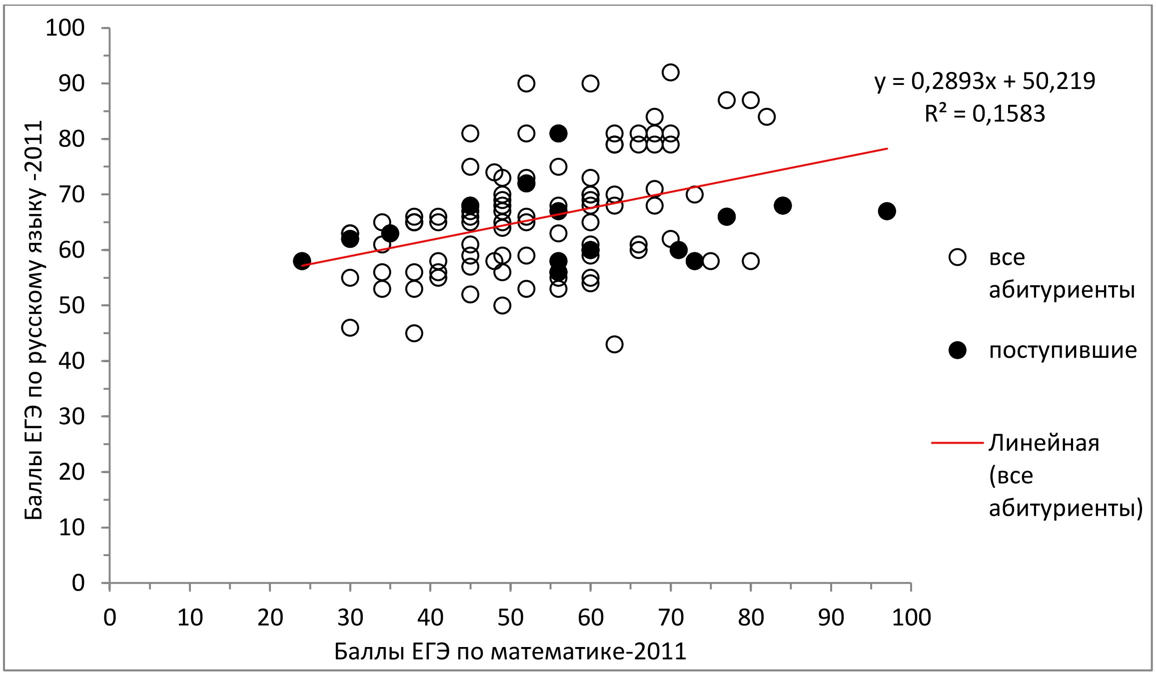

Рис. 3. Корреляционная диаграмма результатов ЕГЭ по Математике и ЕГЭ по русскому языку абитуриентов, поступавших на направление подготовки «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата) (очное отделение) в 2011 году (белые кружки); результаты фактически поступивших студентов показаны черными кружками.

2. Далее проверена значимости корреляционной зависимости результатов ЕГЭ по математике и русскому языку для группы абитуриентов 2013 года, где выборка составляла 231 человек, из них в ИМИиИТ поступило 10

чел. (Рис. 4). Получены следующие результаты: $r_в$ (коэффициент корреляции) = 0,40, $T_{набл} = 0{,}54\ \sqrt{231-2}\ /\ \sqrt{1-0{,}29} = 9{,}71$.

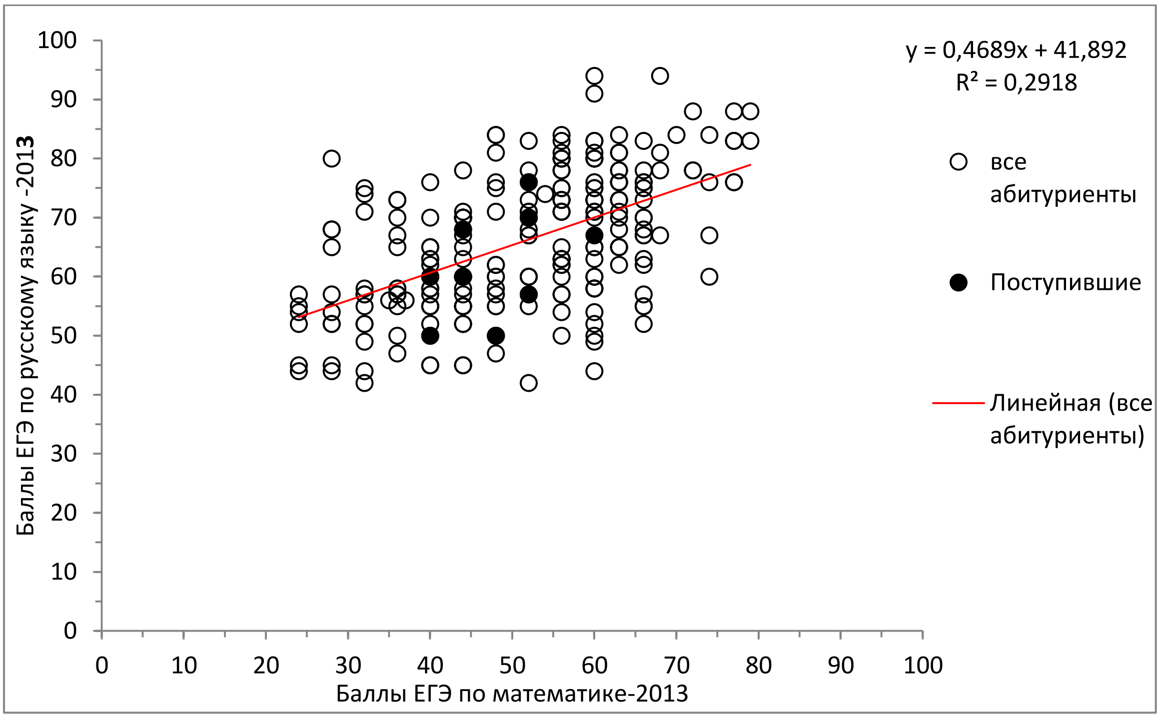

Рис. 4. То же, что рис. 3 в 2013 г.

3. Наконец, проведена проверка на корреляционную зависимость результатов ЕГЭ по математике и русскому языку группы абитуриентов 2015 года, где выборка составила 140 абитуриентов, в том числе 16 поступивших в ИМИиИТ. Результаты получились следующие: $r_в$ (коэффициент корреляции) = 0,32, $T_{набл} = 0{,}54\ \sqrt{140-2}\ /\ \sqrt{1-0{,}10} = 4{,}02$ (Рис. 5) .

Как видно из расчетов, во всех случаях $T_{набл} > t_{крит}$. Поэтому на уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ отвергаем нулевую гипотезу H_0 и принимаем альтернативную гипотезу H_1 – о наличии статистически значимой парной корреляционной связи результатов ЕГЭ по математике и русскому языку абитуриентов ИМИиИТ в 2011, 2013, 2015 гг. Этот результат можно понять, поскольку, как известно психологам, занимающимся проблематикой интеллекта человека, между невербальным (математическим) и вербальным интеллектом действительно имеется определенная положительная связь [24].

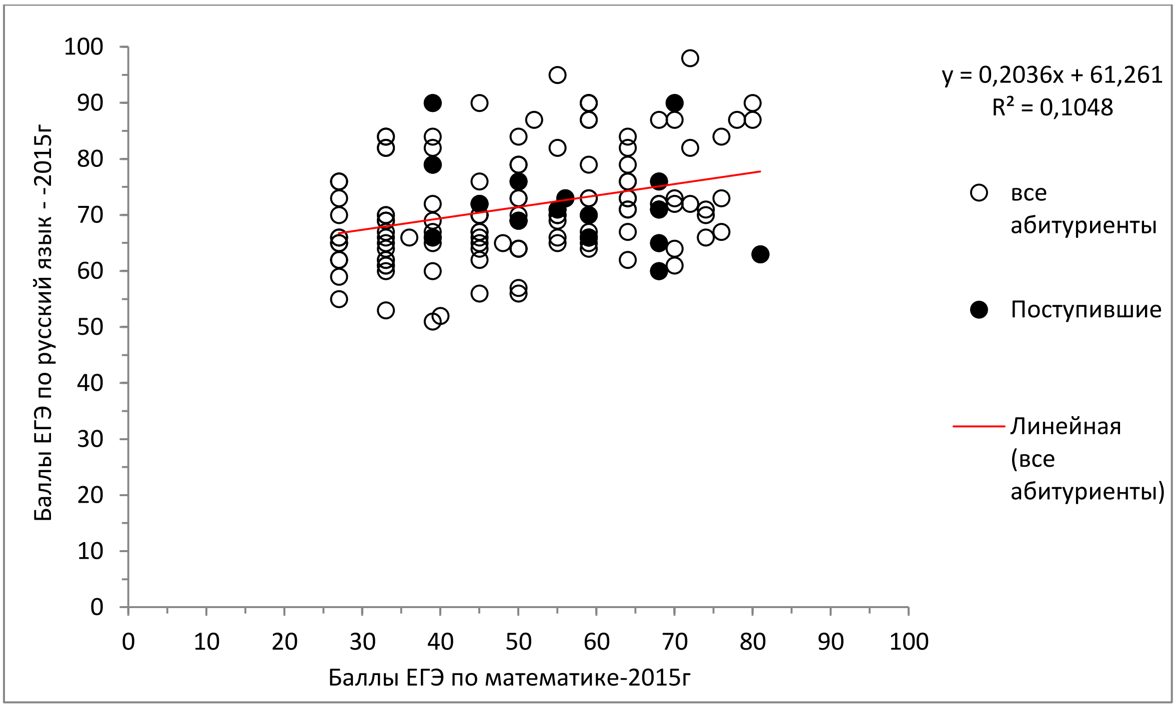

Рис. 5. То же, что рис. 3 в 2015 г.

Проверка значимости корреляционной связи результатов ЕГЭ по математике и русскому языку абитуриентов ИМИиИТ УрГПУ проведена здесь в качестве модельного тестового примера, из которого видно, что даже при большом разбросе первичных данных, но при достаточно большом объеме выборки, корреляция между переменными может оказаться значимой.

В завершение укажем, что в разделе дано теоретическое описание и на конкретных примерах проведена апробация необходимого далее математического аппарата для обработки данных. Показано, что на основе распределения Бернулли можно построить распределение для «среднего студента» (с вероятностью успеха $p = 0{,}7$) и затем использовать это распределение в качестве опорного для сопоставления с эмпирическими данными. Распределение Бернулли для «среднего студента» хорошо следует нормальному распределению. Проверка значимости корреляционной связи результатов ЕГЭ по математике и русскому языку группы абитуриентов показала, что даже при большом разбросе первичных данных, но при достаточном объеме выборки, корреляция между переменными может оказаться статистически значимой.

Глава 2. Применение статистической обработки данных для оценки и улучшения качества учебного процесса в образовательном учреждении

Приведенные далее в настоящей главе результаты опубликованы в следующих работах с участием автора:

1. Международная заочная научно – практическая конференция «Формирование инженерного мышления в процессе обучения», 2016 г. [29];
2. Межвузовский сборник научных статей УрГПУ «Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий», 2016 г. [30].

2.1. Статистический анализ результатов ЕГЭ по математике 2015 года, как элемент системы оценки качества образования

Как отмечено в литературном обзоре, впервые ЕГЭ по математике в 2015 году был разделен на базовый уровень и профильный. Участник экзамена был вправе сам выбирать один из уровней, либо оба уровня сразу. В связи с тем, что базовый уровень более простой, и, по сути, не позволяет достоверно судить о качестве математического образования, а также не дает права на поступление в вуз на техническую специальность, рассматривался только профильный уровень ЕГЭ по математике.

В 2015 году ЕГЭ по математике на профильном уровне сдавало 70% учащихся и только 2,82 % не сдали экзамен в основной день, но пересдали на базовом уровне, в резервный день. Из 70% всего 26,62 % выпускников российских школ выбирали сразу два уровня экзамена для подстраховки, и сдали сразу оба экзамена в основные дни; 8,34 % не справились с профильным уровнем, зато сдали базовый уровень [31]. Минимальный проходной порог в 2015 году был равен 27 тестовым баллам. Средний тестовый балл по математике в 2015 году на профильном уровне составляет 40,3 (первичный: 9,52).

По итогам экзамена было выявлено, что с вопросами с кратким ответом участники экзамена справились лучше [31]. Можно заключить, что даже осознанно выбравшие профильный уровень ЕГЭ по математике, многие учащиеся испытывают затруднения в построении логических умозаключений и в недостаточной степени владеют необходимым математическим аппаратом.

Для анализа и оценки качества математического образования в РФ, были проанализированы баллы ЕГЭ по математике за 2015 год по данным ФИПИ, а так же баллы ЕГЭ абитуриентов, поступающих в ИМИиИТ УрГПУ на педагогические направления подготовки (профиль «Математика», «Информатика»), а также на одну из технических специальностей, где необходимы достаточно крепкие математические знания. Отметим важность формирование прочных основ математического мышления у студентов – будущих учителей, которым в своей профессиональной педагогической деятельности предстоит обучать будущих инженеров.

Проведем краткий статистический анализ результатов ЕГЭ по математике за 2015 год на профильном уровне по данным ФИПИ (первичные результаты см. в Таблица П.4.1); подробный анализ приведен в работах [3232]. По данным профильного ЕГЭ – 2015 по математике видно, что, в основном, результаты учащихся лежат в диапазоне 30–50 тестовых баллов (Рис. 6), т.е. по набранным баллам находятся преимущественно в зоне заданий базового уровня сложности. Исходя из того, что профильный ЕГЭ писали, как это предполагалось идеологами разделения ЕГЭ на базовый и профильный уровни, наиболее мотивированные школьники, планирующие получить в дальнейшем профессиональное высшее образование технического или естественнонаучного профиля, заключим, что уровень математической подготовки выпускников школ – 2015 слаб, и, определенно, потребуются значительные «выравнивающие» педагогические усилия вузовских преподавателей. Иными словами, лишь малая часть выпускников российских школ, сдавших профильный ЕГЭ по математике, способна к освоению на необходимом уровне математических, естественнонаучных и инженерных дисциплин.

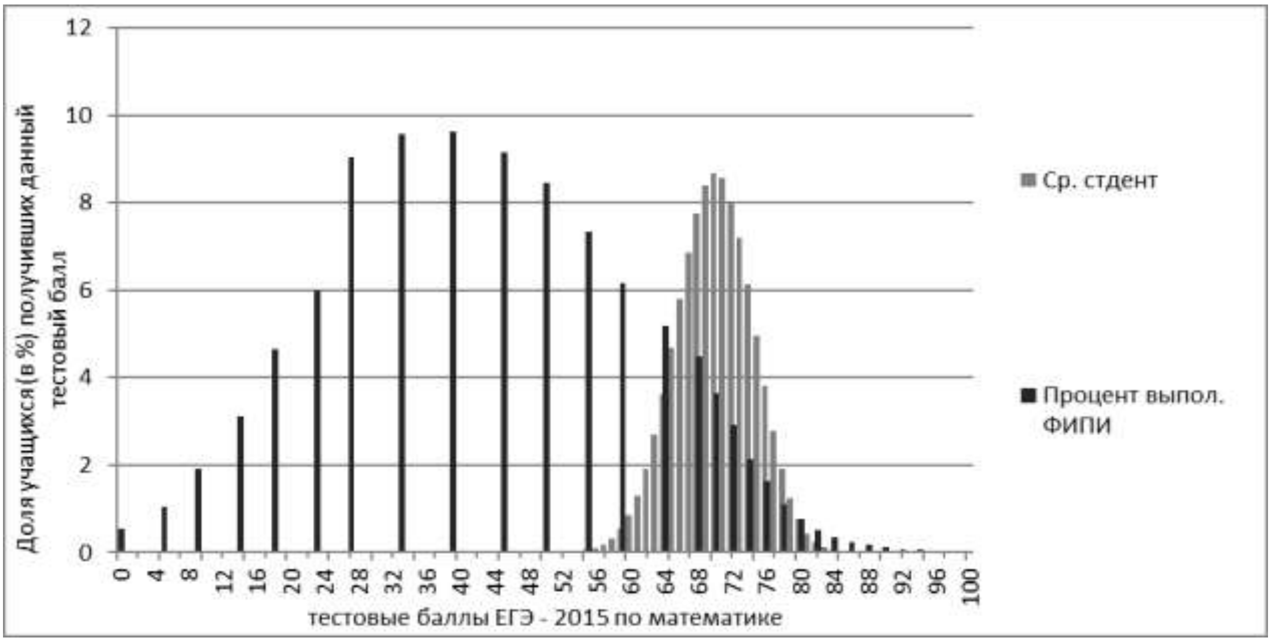

Рис. 6. Диаграмма распределения баллов ЕГЭ – 2015 по математике (профильный уровень) по данным ФИПИ в сопоставлении с распределением для «среднего учащегося».

Сказанное выше наглядно подтверждает сопоставление фактических результатов ЕГЭ-2015 с опорным распределением для «среднего студента (учащегося)» (Рис. 6). Эмпирическое распределение размыто и заметно смещено влево (в сторону меньших баллов). Лишь небольшая часть выпускников продемонстрировала способность и готовность к освоению в будущем профессиональных дисциплин, насыщенных математикой (ЕГЭ > 75–80 баллов). Размытость федерального распределения свидетельствует также и о неравномерном распределении качества математического образования по стране. Это, в свою очередь, с неизбежностью влечет неравномерное региональное распределение качества человеческого капитала, а вслед за этим и качества регионального развития. Нет сомнений, что ожидаемого (см., напр., [1]) массового обновления инженерно-технических кадров молодыми высокопрофессиональными и мотивированными выпускниками технических вузов в ближайшем обозримом будущем не будет. Хотя Правительство РФ декларирует понимание ценности национального математического образования, о чем свидетельствует, например, принятая в 2013 г. «Концепция развития математического образования в РФ» [33], серьезных усилий, способных кардинально улучшить ситуацию, предпринято так и не было.

Также был проведен статистический анализ группы абитуриентов (см. Таблица П.4.2), поступивших в ИМИиИТ УрГПУ, которая составляет 105 чел., среди них 38 чел. поступили на очное отделение по направлению «44.03.01 – Педагогическое образование. Математика (уровень бакалавриата)»; на заочное отделение поступило 17 чел. На направление «44.03.01 – Педагогическое образование. Информатика (уровень бакалавриата)» очного отделения поступило 34 чел. Наконец, на направление «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделение поступило 16 чел. Для удобства и унификации статистического анализа проводилась первичная обработка данных. Результаты ЕГЭ по математике переводились в 100-балльную шкалу с шагом 5 тестовых баллов. По каждому направлению был проведен анализ полученных результатов, как по отдельности, так и в сопоставлении между собой. Затем был проведен совместный анализ всех поступивших абитуриентов, вне зависимости от выбранного направления.

Для сравнения построено теоретическое распределение для «среднего учащегося» соответствующего 70%-ой успешности, по формуле биномиального распределения (выр. (1)). С учетом данных Рис. 6, можно ожидать, что уровень математической подготовки такого учащегося в целом достаточен для освоения естественнонаучных и инженерных направлений подготовки.

В ходе исследования найдено, что студенты, поступившие на направление «44.03.01 – Педагогическое образование. Математика (уровень бакалавриата)» очного отделения удовлетворительно соответствуют «среднему учащемуся», и, следовательно, способны в своей будущей профессиональной деятельности на должном уровне обучать математике будущих инженеров (Рис. 7), за исключением небольшой отстающей группы. А разнородная группа студентов – заочников (Рис. 8), подразделяется на две группы, более слабая (отстающая) на интервале от 25 до 55, и группа средних студентов от

65 до 70 баллов. Работать с такой разнородной группой преподавателю будет трудно, если же он сделает акцент на отстающую подгруппу, то у более сильных студентов пропадет интерес к предмету; в противном случае слабые студенты еще больше отстанут или вовсе не смогут учиться. Таким образом, преподавателю придется строить учебный процесс, опираясь на «среднего студента», и в то же время более сильных студентов нужно привлекать интересными и сложными задачами, лучше прикладного характера, можно также заинтересовать студентов научной или проектной деятельностью, более слабым давать дополнительные посильные задачи. Более того, если сравнить студентов поступивших на заочное отделение и очное отделение того же направления подготовки, то видно, что студенты, поступившие на заочное отделение уступают по баллам ЕГЭ студентам очного отделения (Рис. 9). Кроме того, группа студентов – заочников довольно разнородна по уровню подготовки (бимодальна), что неизбежно повлечет сложности в процессе их профессиональной подготовки [29].

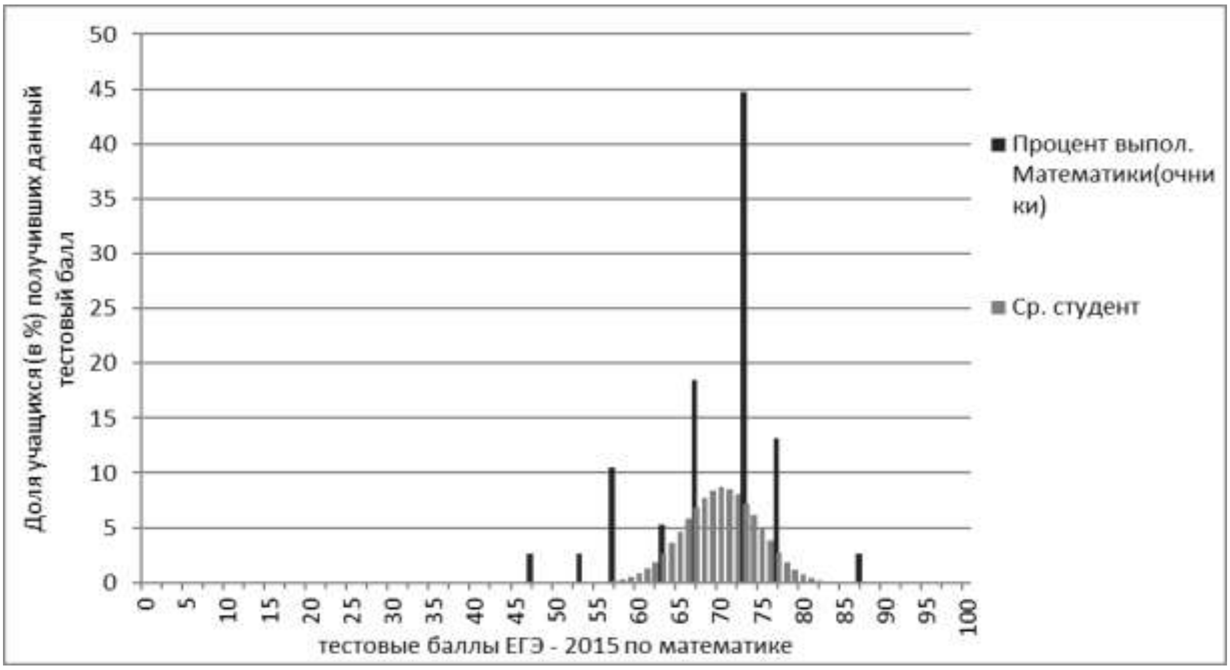

Рис. 7. Диаграмма распределения баллов ЕГЭ – 2015 по математике абитуриентов, поступивших на направление «44.03.01 – Педагогическое образование. Математика (уровень бакалавриата)» (очное отделение)

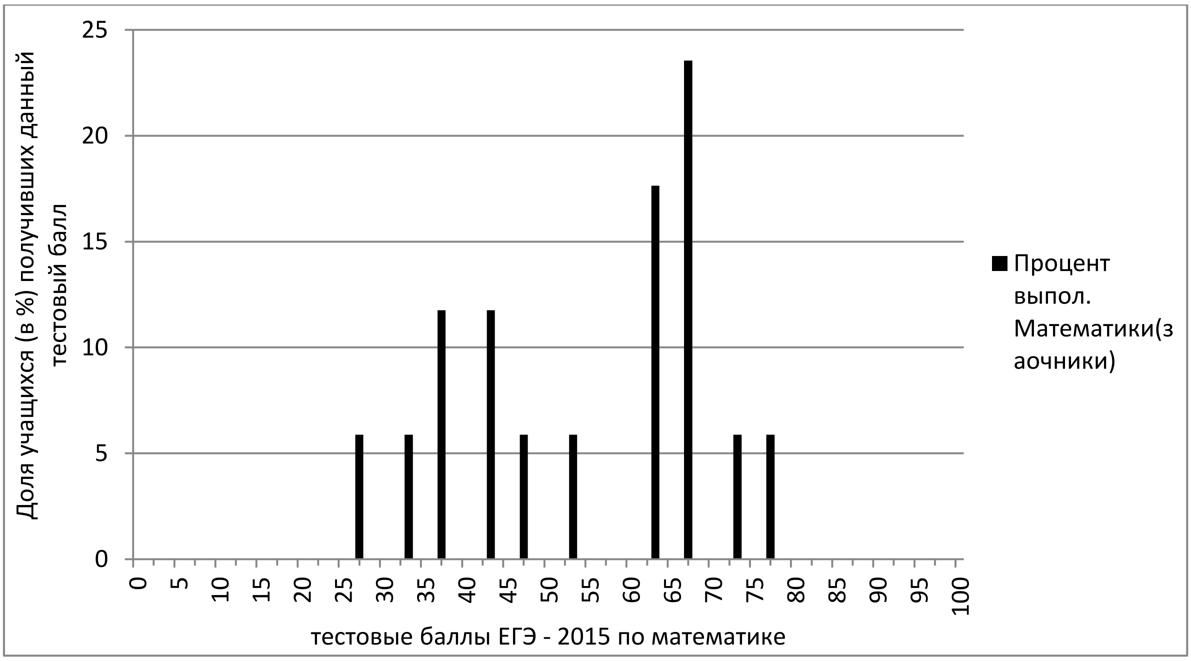

Рис. 8. Диаграмма распределения баллов ЕГЭ – 2015 по математике абитуриентов, поступивших, на направление «44.03.01 – Педагогическое образование. Математика (уровень бакалавриата)» (заочное отделение)

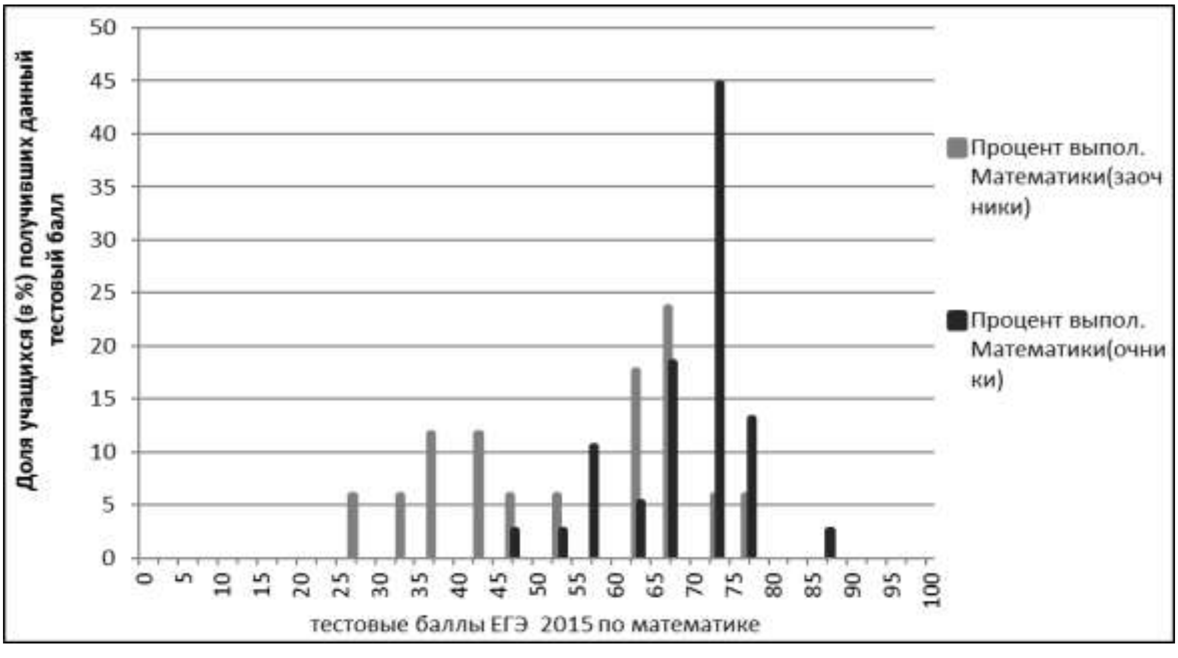

Рис. 9. Диаграмма распределения баллов ЕГЭ – 2015 по математике абитуриентов, поступивших на направление «44.03.01 – Педагогическое образование. Математика (уровень бакалавриата)» (совокупно очное и заочное отделение)

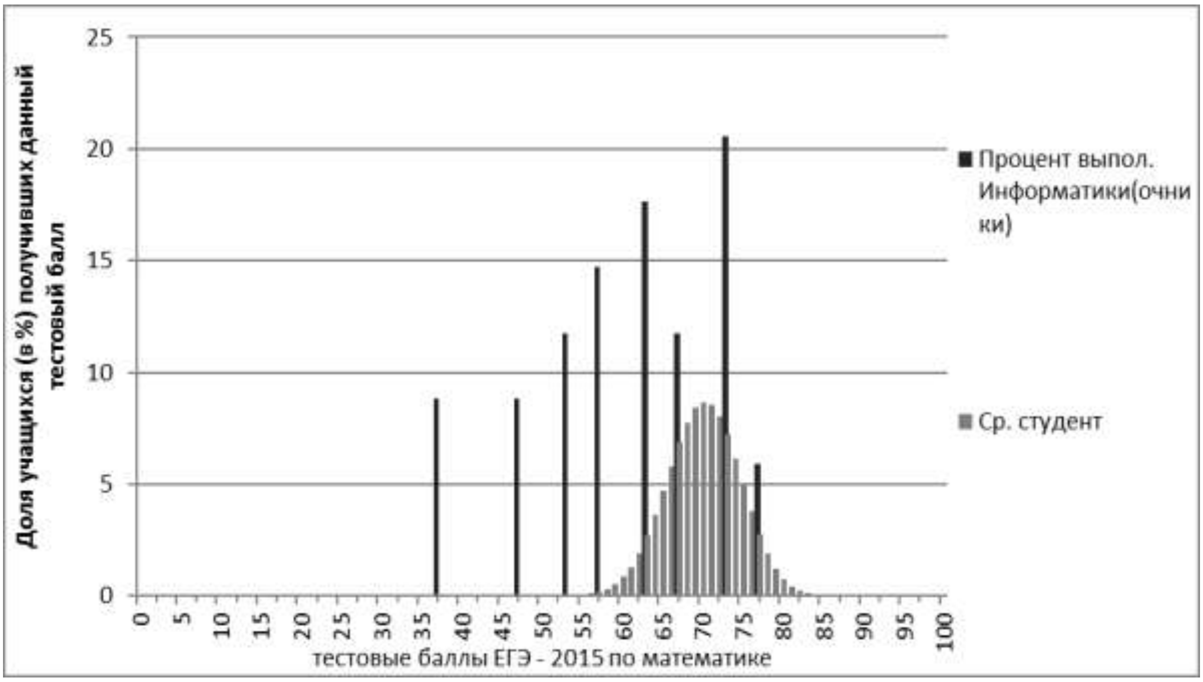

Рис. 10. Диаграмма распределения баллов ЕГЭ – 2015 по математике по результатам абитуриентов, поступивших на направление «44.03.01 – Педагогическое образование «Информатика» (бакалавриат)» (очное отделение)

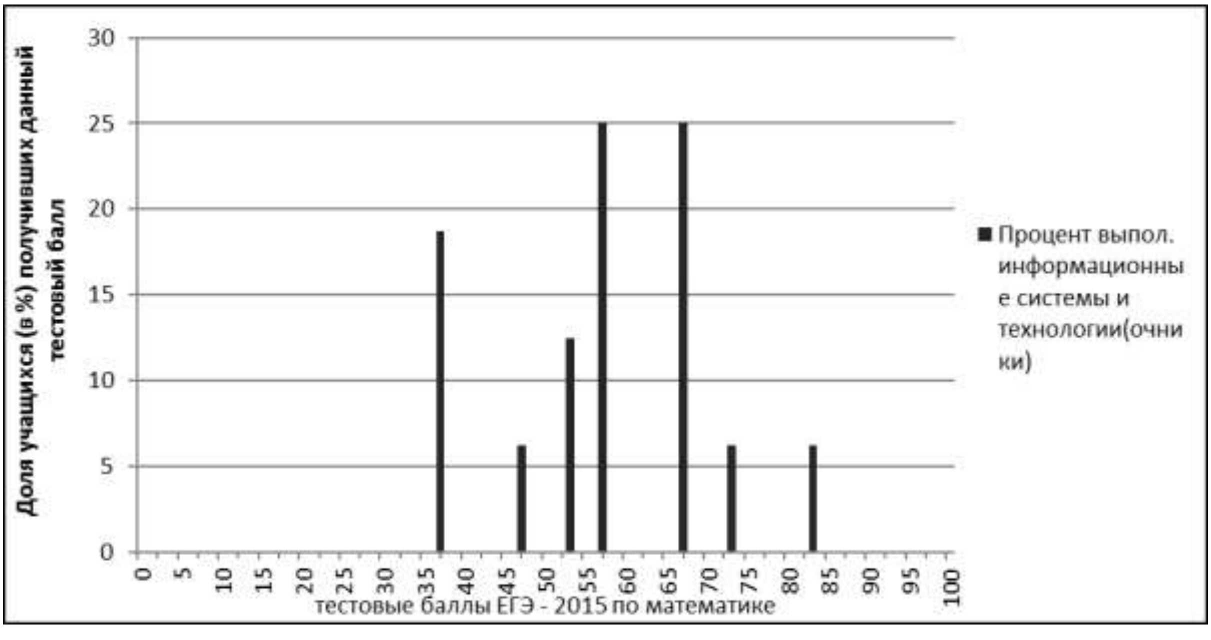

Рис. 11. Диаграмма распределения баллов ЕГЭ – 2015 по математике по результатам абитуриентов, поступивших на направление «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» (очное отделение)

Распределения для студентов, поступивших на направление «44.03.01 – Педагогическое образование «Информатика» (уровень бакалавриата)» и

«09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения, довольно разнородны и смещены влево относительно распределения «среднего учащегося» (Рис. 10, Рис. 11). Иными словами, для этих студентов необходим обстоятельный выравнивающий курс математической подготовки и дополнительное внимание педагогов-математиков.

Подводя итоги исследования, можно заключить:

– Лишь малая часть выпускников российских школ, сдавших профильный ЕГЭ–2015 по математике, действительно способна и мотивирована к освоению на должном профессиональном уровне математических, естественнонаучных и инженерных дисциплин. Ситуацию не исправить без кардинального улучшения качества школьного образования, прежде всего, математического и естественнонаучного;
– студенты-математики-педагоги 1 курса ИМИиИТ УрГПУ (направление подготовки 44.03.01 – Педагогическое образование. Математика) очного отделения имеют приемлемый уровень школьной математической подготовки, позволяющий непосредственно формировать у них основы инженерного мышления и умение передавать математические знания прикладной направленности школьникам в будущей педагогической деятельности. Группа студентов – заочников этого направления подготовки разнородна и потребуются существенные выравнивающие педагогические усилия преподавательского коллектива кафедры высшей математики;
– математические знания студентов – «информатиков» недостаточны и разнородны. Можно предвидеть трудности, которые возникнут при освоении ими профессиональной образовательной программы. Здесь необходим обстоятельный выравнивающий математический курс и дополнительное персонифицированное внимание педагогов [29].

2.2. Корреляционный анализ результатов ЕГЭ по математике и информатике абитуриентов ИМИИТ УРГПУ по направлению бакалавриата «09.03.02 – информационные системы и технологии»

С наступлением нового витка развития информационных технологий (ИТ) от специалистов любого профиля, а особенно, от инженерных направлений подготовки, потребуется высокий уровень развития аналитического мышления как важного фактора адаптации к новым условиям жизни и профессиональной деятельности. Аналитическое мышление – это умение логически анализировать и перерабатывать полученную информацию и генерировать на основе анализа новую информацию, существенную для решения возникающих проблем. Несомненно, ключевую роль в развитии логического мышления играет математика.

Как уже было исследовано ранее, уровень математической подготовленности учащихся является одним из наиболее показательных индикаторов восприимчивости к целевому формированию инженерного мышления в процессе обучения [33]. Важную роль в формировании образовательной политики на всех уровнях управления и принятия управленческих решений, основанных на фактах, призван играть грамотный статистический анализ (см., напр., [21]) числовых индикаторов системы образования. В частности, чрезвычайно важно установить наличие и тесноту корреляционных связей между результатами по дисциплинам, что могло бы расширить спектр возможных мотивирующих педагогических воздействий на учащихся [30].

Как и в модельном Пример 3, проведем корреляционный анализ итогов ЕГЭ по Математике и ЕГЭ по Информатике и ИКТ группы абитуриентов ИМИиИТ УрГПУ, поступавших на направление подготовки «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения по трем годам: 2011, 2013 и 2015 гг. В 2011 г., исследуемая группа состояла из 107 абитуриентов, в 2013 г. – из 231 абитуриента; в 2015 г. в ИМИиИТ поступало 140 человек.

Для подтверждения статистической гипотезы о наличии статистически значимой корреляционной связи между уровнем подготовки студентов по математике и информатике и ИКТ был проведен выборочный парный корреляционный анализ результатов ЕГЭ по математике и информатике по данным за 3 года. Анализ проведен на примере абитуриентов Института математики, информатики и информационных технологий (ИМИиИТ) УрГПУ поступающих на направление подготовки, «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения приемных кампаний 2011, 2013, 2015 гг. В пользу справедливости статистической гипотезы ясно свидетельствуют результаты работ разных авторов [34,35].

Для подтверждения существования корреляционной зависимости результатов ЕГЭ по математике и информатике и ИКТ с помощью встроенных статистических процедур использовался прикладной пакет MS Excel. В нем была проведена проверка гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции. Выдвинули две гипотезы (на уровне значимости α = 0,05):

$H_0\colon r_B = 0$ – нулевая гипотеза

$H_1\colon r_B \neq 0$ – альтернативная гипотеза.

Если нулевая гипотеза отвергается, то выборочный коэффициент корреляции значим, т.е. корреляционная зависимость статистически значима. Если нулевая гипотеза принимается, то выборочный коэффициент корреляции незначим, и корреляционная зависимость отсутствует или статистически незначима [30].

В качестве критерия проверки нулевой гипотезы была выбрана случайная величина $T_{\text{набл}}$, которая находится по формуле (4), при заданном объеме выборки n. Далее по таблице критических точек распределения Стьюдента находилось значение $t_{\text{крит}}$, на уровне значимости α = 0,05. Проверка гипотез была проведена для всех трех приемных кампаний (2011, 2013, 2015 гг.) результаты представлены корреляционными диаграммами на Рис. 12Рис. 13Рис. 14, соответственно.

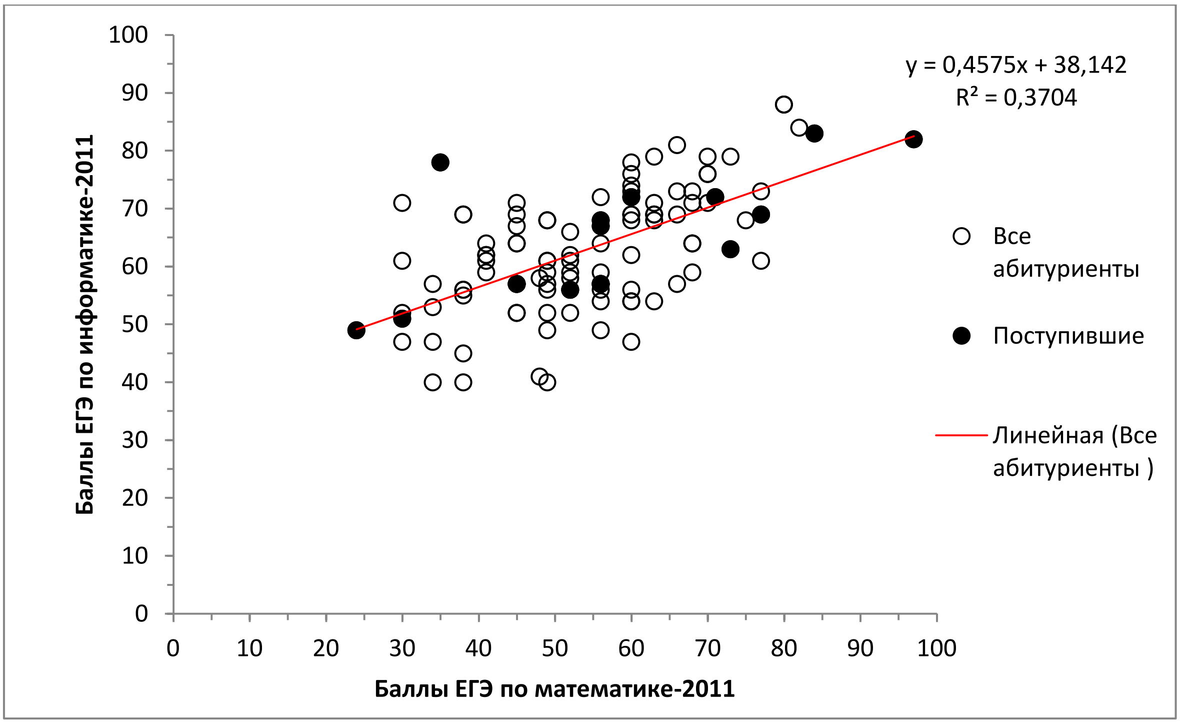

Рис. 12. Корреляционная диаграмма результатов ЕГЭ по Математике и ЕГЭ по Информатике и ИКТ абитуриентов, поступавших на направление подготовки «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата) (очное отделение) в 2011 году (белые кружки); результаты фактически поступивших студентов показаны черными кружками.

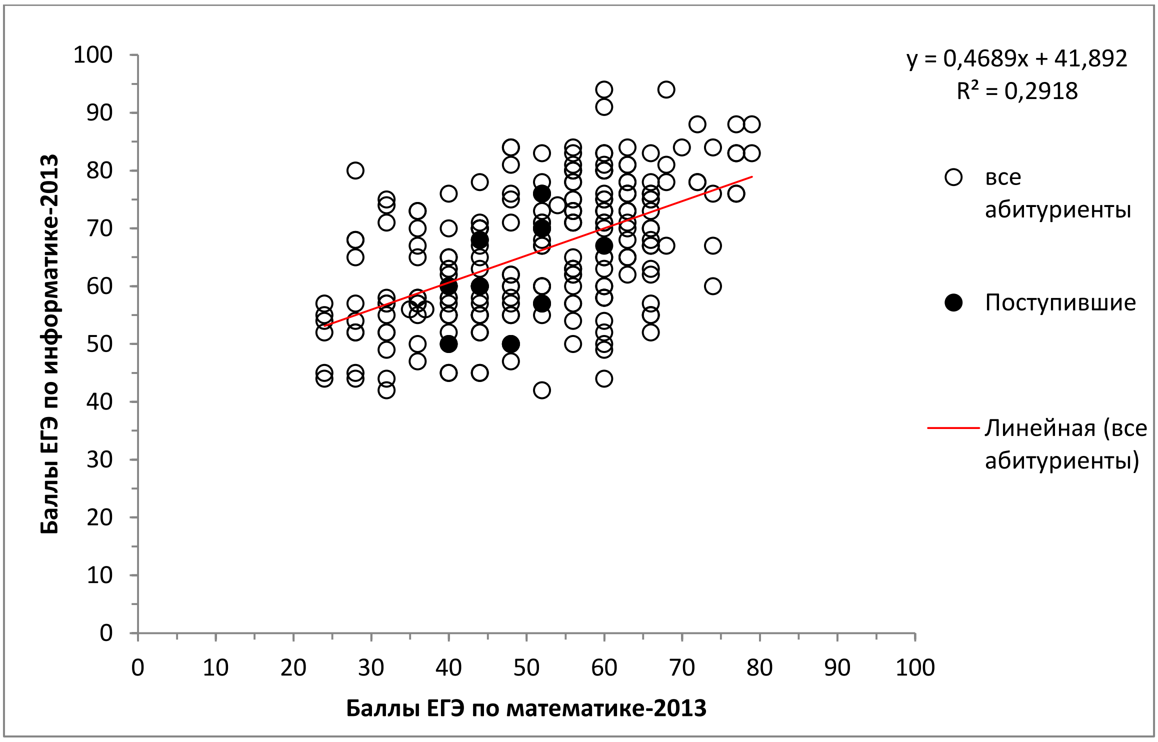

Рис. 13. То же, что рис. 12 в 2013 г.

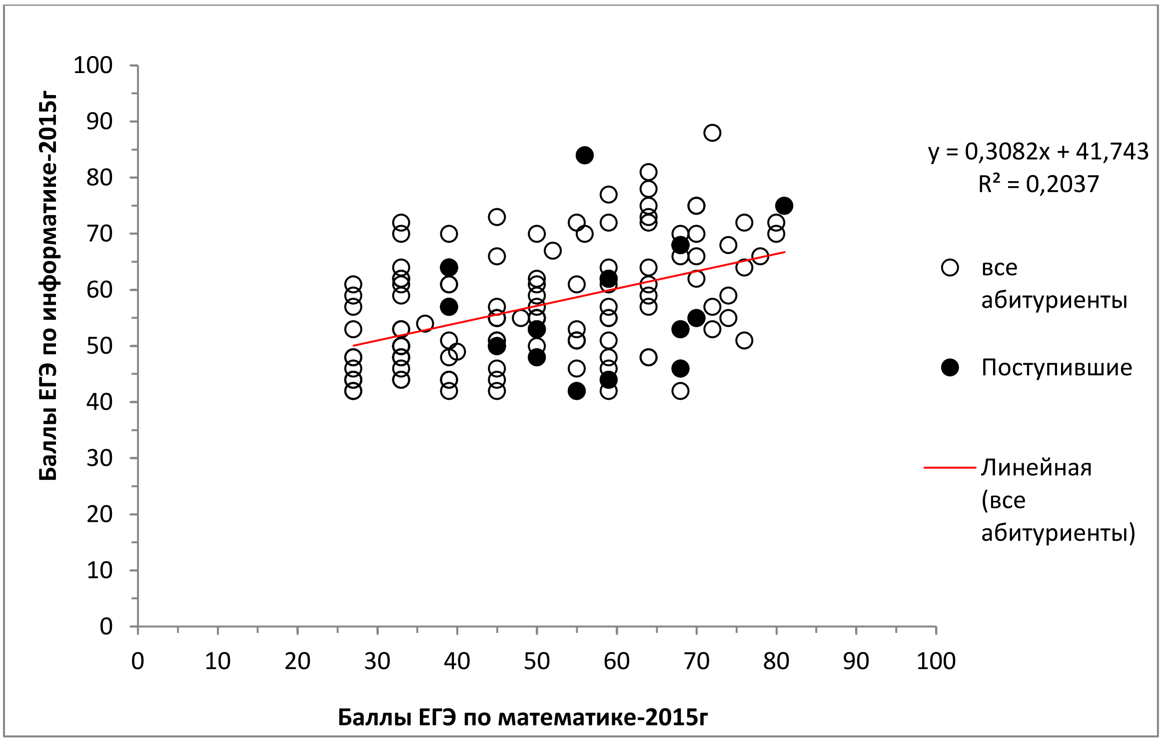

Рис. 14. То же, что рис. 12 в 2015 г.

По трем исследованным приемным кампаниям видно, что во всех случаях наличие положительной корреляционной связи между результатами ЕГЭ по Математике и ЕГЭ по Информатике и ИКТ, несмотря на заметную дисперсию точек, очевидно.

Для исследованной группы поступающих 2011 г. (107 чел.), в которой фактически поступили на обучение в ИМИиИТ 15 чел., коэффициент корреляции равен r_B (2011) = 0,61. Для 2013 г. (231 чел., 10 поступивших) – r_B (2013) = 0,54. В 2015 г. (140 чел., 16 поступивших) – r_B (2015) = 0,45. А также при проверке критерия нулевой гипотезы найдены следующие фактические значения по формуле (3):

- $T_{\text{набл}}(2011) = 0{,}61 * \sqrt{107-2} \,/\, \sqrt{1-0{,}37} = 7{,}86$;
- $T_{\text{набл}}(2013) = 0{,}54 * \sqrt{231-2} \,/\, \sqrt{1-0{,}29} = 9{,}71$;
- $T_{\text{набл}}(2015) = 0{,}45 * \sqrt{140-2} \,/\, \sqrt{1-0{,}20} = 5{,}94$; –

в сравнении с $t_{\text{крит}}(n, \alpha) = 1{,}96$ (на уровне значимости $\alpha = 0{,}05$) [29].

Подведем итоги исследования в этом разделе. Парный корреляционный анализ итогов ЕГЭ по Математике и ЕГЭ по Информатике и ИКТ абитуриентов ИМИиИТ УрГПУ, поступавших на направление подготовки «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения в 2011, 2013 и 2015 гг. показал, что несмотря на заметную дисперсию первичных данных, между результатами ЕГЭ по Математике и Информатике ИКТ абитуриентов, с учетом массовости выборок, имеет место положительная статистически значимая корреляционная связь. Последнее установлено путем проверки соответствующих статистических гипотез. Это, в свою очередь, позволило сформулировать гипотезу о возможности повышения знаний студентов – «информатов» по информатике и ИКТ путем повышения уровня обученности по математике и, альтернативно, о возможности повышать уровень знаний по математике студентов – «математиков» путем повышения уровня обученности по информатике и ИКТ [30].

Заключение

В ходе подготовки выпускной квалификационной работы полностью решены все поставленные задачи:

Проанализирована литература, касающаяся разделов систематического анализа статистических данных ЕГЭ, как количественной оценки готовности выпускников школ (абитуриентов вуза, первокурсников) к освоению естественнонаучных и инженерных направлений подготовки в РФ. Рассмотрена структура КИМ и особенностей переводных шкал ЕГЭ по математике разных лет (2010 – 2015 гг.) по данным ФИПИ.

С помощью формулы Бернулли простроена диаграмма гипотетической модели биномиального распределения «среднего студента (учащегося)» с вероятностью успеха p = 0,7 (и вероятностью неудачи q = 0,3). Количественно определено понятие «среднего студента (учащегося)», который по традиционной пятибалльной шкале соответствует пограничной оценке между «удовлетворительно» и «хорошо». Биномиальное распределение для «среднего студента (учащегося)» принято в качестве опорного при анализе эмпирических распределений, построенных по результатам ЕГЭ.

Построены частотные диаграммы абитуриентов, поступающих в ИМИиИТ УрГПУ на направления подготовки «44.03.01 – Педагогическое образование. Математика (уровень бакалавриата)» очного и заочного отделения, «44.03.01 – Педагогическое образование. Информатика (уровень бакалавриата)» очного отделения и «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения, которые сопоставлены с диаграммой опорного биномиального распределения «среднего студента». Сопоставление произведено также с федеральными результатами ЕГЭ.

С помощью применения одностороннего критерия Пирсона χ^2 выявлено, что модель биномиального распределения «среднего студента» почти точно описывается моделью нормального распределения.

На основе проанализированной модели (Пример 3) корреляционной зависимости двух обязательных предметов ЕГЭ (по русскому языку и по математике) проведен парный корреляционный анализ итогов ЕГЭ по Математике и по Информатике и ИКТ абитуриентов ИМИиИТ УрГПУ, поступавших на направление подготовки «09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата)» очного отделения в 2011, 2013 и 2015 гг. Анализ выявил, что, несмотря на заметную дисперсию первичных данных, между результатами ЕГЭ по Математике и Информатике ИКТ абитуриентов, с учетом массовости выборок, имеет место положительная статистически значимая корреляционная связь. Это, в свою очередь, позволило выработать рекомендацию о возможности и необходимости задействования интереса учащихся к информатике (информационным технологиям), для активизации интереса к математике. Например, путем предложения математических задач для решения (проверки решения) которых уместно применение расчетов на компьютере.

Предварительный анализ статистических результатов ЕГЭ, с которыми приходят абитуриенты (ставшие теперь студентами) позволяет сформулировать методику работу с ними. Для «математиков» обучающихся на очном отделении, не требуется специальных мер для преподавания, группа компактная однородная по уровню подготовленности, значит, с ними нужно вести стандартные занятия, причем с повышенным уровнем сложности. Группа студентов – заочников этого же направления подготовки разнородна, и поэтому потребуются существенные выравнивающие педагогические усилия преподавательского коллектива кафедры высшей математики. У студентов – «информатиков» группы также разнородны, в них выделяются две подгруппы, для которых требуется обстоятельный выравнивающий математический курс и дополнительное персонифицированное внимание педагогов.

Таким образом, при подготовке настоящей ВКР поставленные задачи решены, цель, состоящая в завершении учебной работы по формированию профессионально значимых компетенций, достигнута.

Библиографический список

1. Приказ Минобрнауки России "Об утверждении ведомственной целевой программы «Повышение квалификации инженерно-технических кадров на 2015-2016 годы»" от 12 мая 2015 г. № 490.
2. Указ Губернатора Свердловской области "О комплексной программе "Уральская инженерная школа"" от 6 октября 2014 г. № 453-УГ // Российская газета.
3. Приказ Минобрнауки России "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «01.03.02 – Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата)»" от 14.04.2015 № 36844.
4. Приказ Минобрнауки России от 05.08.2014 N 923 "О внесении изменений в порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 декабря 2013 г. N 1400" (Зарегистрировано в Минюсте России 15.08.2014 N 33604) / Собрание законодательства Российской Федерации – Режим доступа: http://минобрнауки.рф/документы/2974
5. ЕГЭ: от идеологии к технологии [Электронный ресурс] // Полит.ру URL: http://polit.ru/article/2007/10/31/ege/ (дата обращения: 5.05.2016).
6. Собкин В.С., Маркина О.С., Адамчук Д.В., Баранова Е.В., Ткаченко О.В. Учитель о влиянии ЕГЭ на качество школьного образования // Социология образования. труды по социологии образования. М.: Федеральное государственное научное учреждение "Институт социологии образования" Российской академии образования, 2009. С. 179 – 214.
7. Основные сведения о ЕГЭ [Электронный ресурс] // ЕГЭ – 2016 Выбор будущего URL: http://ege.edu.ru/ru/main/main_item/ (дата обращения: 17.04.2016).

8. Приказ Минобрнауки РФ "Об утверждении порядка проведения единого государственного экзамена" от 24 февраля 2009 г № 57
9. Статистика ЕГЭ // ЕГЭ – 2016 выбор будущего URL: http://ege.edu.ru/ru/main/satistics-ege/ (дата обращения: 11.05.2016).
10. Приказ Министерства образования Российской Федерации "Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования" от 5 марта 2004 г. № 1089.
11. Иванов А. В. Школа без ЕГЭ: на пути к преодолению катастрофы // Математика в школе. 2015. №6. С. 5 – 19.
12. Малышев И. Г. Шкала перевода баллов ЕГЭ как инструмент вождения за нос // Математика в школе. 2015. №7. С. 6 – 9.
13. Аналитический отчет о результатах ЕГЭ по математике 2010 года [Электронный ресурс] // Федеральный Институт Педагогических Измерений URL: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1408710028/mat11.pdf (дата обращения: 26.04.2016).
14. Аналитический отчет о результатах ЕГЭ по математике 2011 года [Электронный ресурс] // Федеральный Институт Педагогических Измерений URL: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1408709946/2.1.%20ma-11-11.pdf (дата обращения: 26.04.2016).
15. Аналитический отчет о результатах ЕГЭ по математике 2012 года [Электронный ресурс] // Федеральный Институт Педагогических Измерений URL: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1408709880/2.1.pdf (дата обращения: 26.04.2016).
16. Методические рекомендации по некоторым аспектам совершенствования преподавания математики 2013 года [Электронный ресурс] // Федеральный Институт Педагогических Измерений URL: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1408709719/MATnew.pdf (дата обращения: 28.04.2016).

17. Методические рекомендации по некоторым аспектам совершенствования преподавания математики 2014 года [Электронный ресурс] // Федеральный Институт Педагогических Измерений URL: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1425993087/metod_rek_matematika.pdf (дата обращения: 28.04.2016).
18. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2015 года по математике [Электронный ресурс] // Федеральный Институт Педагогических Измерений URL: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1441039556/matematika.pdf (дата обращения: 28.04.2016).
19. Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан "Об утверждении правил организации и проведения единого национального тестирования" от 16 марта 2004 г. № 213
20. Қазақстандағы ҰБТ 2015: дайындық және өткізу тәртібі [Электронный ресурс] // Egov: мемлекеттік қызметтер және ақпарат онлайн URL: http://egov.kz/wps/portal/!utWCM/p/b1/04_Sj9Q1NLYwMDM3N7DQj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKDvDxNnJwMHQ0sTMOMDBxNPJ2dggNCg13MDIEKIpEVGFiGOIMUuIcFOJkZGxgYE6ffAAdwNCCkP1w_ClUJFheAFeCxws8jPzdVPzcqx83SU9cRADY_OTo!/dl4/d5/L0lDUmlTUSEhL3dHa0FKRnNBLzRKVXFDQSEhL2tr/ (дата обращения: 05.05.2016).
21. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов. Изд. 12-ое – М.: Высш.обр., 2006г – 479с.
22. Бодряков В. Ю., Фомина Н. Г. Простая вероятностно-статистическая модель количественной оценки знаний учащихся // Alma mater. 2008. №7. С. 55-61.
23. Бодряков В. Ю., Торопов А. П., Фомина Н. Г. Анализ успеваемости студентов – математиков // Alma mater. 2008. №9. С. 47-51.
24. Бодряков В.Ю., Торопов А.П., Фомина Н.Г. Углубленный статистический анализ динамики успеваемости студентов – математиков при обучении в

педагогическом вузе // Качество. Инновации. Образование. 2009. №1. С. 6-11.

25. Елисеева И. И., Юзбашев М. М. Общая теория статистики. 5 изд. М.: Финансы и статистика, 2008. 656 с.
26. Эконометрика / Балдин К. В., Башлыков В. Н., , Мартынов В.В. и др.; под ред. проф. В. Б. Уткина . 2–е изд. М.: Издательство – торговая корпорация «Дашков и К», 2013. 562 с.
27. Васильков Б. Корреляционный анализ. М.: Лаборатория книги, 2010. 48 с.
28. Корреляционный анализ [Электронный ресурс] // StudFiles URL: http://www.studfiles.ru/preview/1582411/ (дата обращения: 30.04.2016).
29. Крутакова Т.А., Бодряков В. Ю. Оценка математической готовности студентов педагогического вуза к формированию основ инженерного мышления (С. 78 – 83). Материалы Всероссийской НПК «Формирование инженерного мышления в процессе обучения» (Апрель, 2016). Екатеринбург: УрГПУ, 2016. – 189 с. ISBN 978-5-7186-0769-7.
30. Крутакова Т. А., Бодряков В. Ю. Корреляционный анализ результатов ЕГЭ по математике и информатике абитуриентов ИМИИТ УрГПУ по направлению бакалавриата «09.03.02 – Информационные системы и технологии» // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий: межвузовский сборник научных работ. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2016. С. 51 – 55.
31. Ященко И. В., Семенов А. В., Высоцкий И. Р. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2015 года по математике// Федеральный Институт Педагогических Измерений 2015г.
32. Иванов А. В. О некоторых итогах ЕГЭ-2015 по математике // Математика в школе. 2016. № 2. С. 42–47.
33. Распоряжение Правительства Российской Федерации "Концепция развития математического образования в Российской Федерации" от 24 декабря 2013 г. № 2506-р.

34. Чернецкая Т. А. Реализация межпредметных связей математики, физики и информатики на основе использования в учебном процессе конструктивных творческих сред / Фирма «1С». Образовательные программы. 2016. URL: http://obr.1c.ru/methodically/konstruktorskie-tvorcheskie-sredy/realizatciya-mezhpredmetnyh-svyazej-matematiki-fiziki1/
35. Jäger W., moderator. Organization for Economic Co-operation and Development Global Science Forum. OECD Panel Discussion: Mathematics in Industry / 6th Int. Industrial Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM-2007), July, 2007.

Приложение 1

Таблица П.1.1. Шкала перевода первичных баллов в тестовые 2010 – 2015 гг. (профильный уровень)

Первичные баллы	Тестовые баллы 2010 г	Тестовые баллы 2011 г.	Тестовые баллы 2012 - 2013 г.	Тестовые баллы 2014 г.	Тестовые баллы 2015 г. (профильный)
1	11	6	5	7	5
2	16	12	10	13	9
3	21	18	15	20	14
4	25	24	20	24	18
5	30	30	24	28	23
6	34	34	28	32	27
7	28	38	32	36	33
8	41	41	36	40	39
9	45	45	40	44	45
10	48	49	44	48	50
11	52	52	48	52	55
12	56	56	52	56	59
13	60	60	56	60	64
14	63	63	60	64	68
15	66	66	63	68	70
16	69	68	66	70	72
17	71	70	68	72	74
18	73	73	70	73	76
19	75	75	72	75	78
20	77	77	74	77	80
21	79	80	77	79	82
22	81	82	79	80	84
23	83	84	81	82	86
24	85	87	83	84	88
25	87	89	85	86	90
26	90	91	87	88	92
27	92	94	90	89	94
28	95	96	92	91	96
29	97	98	94	93	97
30	100	100	96	95	98
31	–	–	98	96	99
32	–	–	100	98	100
33	–	–	–	100	100
34	–	–	–	–	100

Приложение 2

Таблица П.2.1. Гипотетическое распределение Бернулли для «среднего студента»

k	$P_n(k)$	$P_n(k)$ (%)	k	$P_n(k)$	$P_n(k)$ (%)
0	5,15378E-53	5,15378E-51	51	2,97986E-05	0,002979856
1	1,20255E-50	1,20255E-48	52	6,55186E-05	0,006551863
2	1,38894E-48	1,38894E-46	53	0,000138454	0,013845446
3	1,05868E-46	1,05868E-44	54	0,000281182	0,02811822
4	5,99038E-45	5,99038E-43	55	0,000548731	0,054873132
5	2,68369E-43	2,68369E-41	56	0,001028871	0,102887122
6	9,91474E-42	9,91474E-40	57	0,001853172	0,185317155
7	3,10662E-40	3,10662E-38	58	0,003205774	0,320577377
8	8,42671E-39	8,42671E-37	59	0,005324845	0,532484457
9	2,00993E-37	2,00993E-35	60	0,008490169	0,849016884
10	4,26774E-36	4,26774E-34	61	0,012990422	1,299042227
11	8,14751E-35	8,14751E-33	62	0,019066588	1,906658752
12	1,40997E-33	1,40997E-31	63	0,026834457	2,683445651
13	2,22703E-32	2,22703E-30	64	0,036198564	3,619856373
14	3,2292E-31	3,2292E-29	65	0,046779682	4,677968235
15	4,31995E-30	4,31995E-28	66	0,05788395	5,788395039
16	5,35493E-29	5,35493E-27	67	0,068539205	6,853920493
17	6,17392E-28	6,17392E-26	68	0,07761057	7,761057029
18	6,64268E-27	6,64268E-25	69	0,083984385	8,398438525
19	6,6893E-26	6,6893E-24	70	0,086783865	8,678386475
20	6,32139E-25	6,32139E-23	71	0,085561557	8,55615568
21	5,61901E-24	5,61901E-22	72	0,080412019	8,041201866
22	4,70805E-23	4,70805E-21	73	0,071966921	7,196692081
23	3,7255E-22	3,7255E-20	74	0,061269135	6,126913528
24	2,78895E-21	2,78895E-19	75	0,049559923	4,955992276
25	1,9783E-20	1,9783E-18	76	0,038039414	3,80394144
26	1,33155E-19	1,33155E-17	77	0,027665029	2,766502866
27	8,51532E-19	8,51532E-17	78	0,019034486	1,903448553
28	5,18015E-18	5,18015E-16	79	0,0123684	1,236839988
29	3,00092E-17	3,00092E-15	80	0,007575645	0,757564493
30	1,65717E-16	1,65717E-14	81	0,004364569	0,436456909
31	8,73134E-16	8,73134E-14	82	0,002359706	0,235970605
32	4,39295E-15	4,39295E-13	83	0,001194068	0,119406812
33	2,11217E-14	2,11217E-12	84	0,000563866	0,05638655
34	9,71183E-14	9,71183E-12	85	0,000247659	0,024765857
35	4,2732E-13	4,2732E-11	86	0,000100791	0,010079128
36	1,80029E-12	1,80029E-10	87	3,7845E-05	0,0037845
37	7,26602E-12	7,26602E-10	88	1,30451E-05	0,001304506
38	2,8108E-11	2,8108E-09	89	4,10406E-06	0,000410406

k	$P_n(k)$	$P_n(k)$ (%)	k	$P_n(k)$	$P_n(k)$ (%)
39	1,04264E-10	1,04264E-08	90	1,17042E-06	0,000117042
40	3,71006E-10	3,71006E-08	91	3,00107E-07	3,00107E-05
41	1,26685E-09	1,26685E-07	92	6,85027E-08	6,85027E-06
42	4,15245E-09	4,15245E-07	93	1,37497E-08	1,37497E-06
43	1,30689E-08	1,30689E-06	94	2,38912E-09	2,38912E-07
44	3,95039E-08	3,95039E-06	95	3,52081E-10	3,52081E-08
45	1,14708E-07	1,14708E-05	96	4,27877E-11	4,27877E-09
46	3,20017E-07	3,20017E-05	97	4,11703E-12	4,11703E-10
47	8,57919E-07	8,57919E-05	98	2,94073E-13	2,94073E-11
48	2,21033E-06	0,000221033	99	1,3862E-14	1,3862E-12
49	5,4732E-06	0,00054732	100	3,23448E-16	3,23448E-14
50	1,30262E-05	0,001302623	$\sum$	1	100

Приложение 3

Таблица П.3.1. Вычисление наблюдаемого значения критерия Пирсона (χ^2)

($\chi^2_{\text{набл}} = \sum\frac{(n_i-n_i')^2}{n_i'}$)

x	n_i	n_i'	$n_i - n_i'$	$(n_i - n_i')^2$	$\frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'}$
45	1,15E-07	3E-08	8,471E-08	7,17579E-15	2,39E-07
46	3,2E-07	9,63E-08	2,23687E-07	5,0036E-14	5,19E-07
47	8,58E-07	2,95E-07	5,62962E-07	3,16927E-13	1,07E-06
48	2,21E-06	8,61E-07	1,34919E-06	1,82032E-12	2,11E-06
49	5,47E-06	2,4E-06	3,07598E-06	9,46167E-12	3,95E-06
50	1,3E-05	6,36E-06	6,66322E-06	4,43985E-11	6,98E-06
51	2,98E-05	1,61E-05	1,36945E-05	1,87539E-10	1,16E-05
52	6,55E-05	3,89E-05	2,66563E-05	7,10559E-10	1,83E-05
53	0,000138	8,94E-05	4,90332E-05	2,40425E-09	2,69E-05
54	0,000281	0,000196	8,49943E-05	7,22404E-09	3,68E-05
55	0,000549	0,00041	0,000138317	1,91315E-08	4,66E-05
56	0,001029	0,000819	0,000210231	4,41973E-08	5,4E-05
57	0,001853	0,001557	0,000296195	8,77313E-08	5,63E-05
58	0,003206	0,002824	0,000382254	1,46118E-07	5,18E-05
59	0,005325	0,004882	0,000442609	1,95903E-07	4,01E-05
60	0,00849	0,008049	0,000440724	1,94237E-07	2,41E-05
61	0,01299	0,012654	0,000336287	1,13089E-07	8,94E-06
62	0,019067	0,018968	9,87268E-05	9,74699E-09	5,14E-07
63	0,026834	0,02711	-0,000275169	7,57181E-08	2,79E-06
64	0,036199	0,036944	-0,000745784	5,56194E-07	1,51E-05
65	0,04678	0,048006	-0,001225906	1,50285E-06	3,13E-05
66	0,057884	0,059478	-0,00159385	2,54036E-06	4,27E-05
67	0,068539	0,070265	-0,001725514	2,9774E-06	4,24E-05
68	0,077611	0,079148	-0,001537265	2,36318E-06	2,99E-05
69	0,083984	0,085008	-0,001023669	1,0479E-06	1,23E-05
70	0,086784	0,087056	-0,000272478	7,42443E-08	8,53E-07
71	0,085562	0,085008	0,000553503	3,06366E-07	3,6E-06
72	0,080412	0,079148	0,001264184	1,59816E-06	2,02E-05
73	0,071967	0,070265	0,001702202	2,89749E-06	4,12E-05
74	0,061269	0,059478	0,001791335	3,20888E-06	5,4E-05
75	0,04956	0,048006	0,001554334	2,41595E-06	5,03E-05
76	0,038039	0,036944	0,001095066	1,19917E-06	3,25E-05
77	0,027665	0,02711	0,000555403	3,08472E-07	1,14E-05
78	0,019034	0,018968	6,66249E-05	4,43887E-09	2,34E-07
79	0,012368	0,012654	-0,000285736	8,1645E-08	6,45E-06
80	0,007576	0,008049	-0,0004738	2,24487E-07	2,79E-05
81	0,004365	0,004882	-0,000517666	2,67978E-07	5,49E-05

x	n_i	n_i'	$n_i - n_i'$	$(n_i - n_i')^2$	$\frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'}$
82	0,00236	0,002824	-0,000463813	2,15123E-07	7,62E-05
83	0,001194	0,001557	-0,000362909	1,31703E-07	8,46E-05
84	0,000564	0,000819	-0,000254774	6,49099E-08	7,93E-05
85	0,000248	0,00041	-0,000162756	2,64895E-08	6,45E-05
86	0,000101	0,000196	-9,53966E-05	9,10051E-09	4,64E-05
87	3,78E-05	8,94E-05	-5,15763E-05	2,66011E-09	2,97E-05
88	1,3E-05	3,89E-05	-2,58173E-05	6,66531E-10	1,72E-05
89	4,1E-06	1,61E-05	-1,2E-05	1,44E-10	8,94E-06
90	1,17E-06	6,36E-06	-5,19259E-06	2,6963E-11	4,24E-06
91	3E-07	2,4E-06	-2,09712E-06	4,39789E-12	1,83E-06
92	6,85E-08	8,61E-07	-7,92637E-07	6,28273E-13	7,3E-07
93	1,37E-08	2,95E-07	-2,81207E-07	7,90773E-14	2,68E-07
94	2,39E-09	9,63E-08	-9,39409E-08	8,8249E-15	9,16E-08
95	3,52E-10	3E-08	-2,96454E-08	8,7885E-16	2,93E-08
$\sum$	1	1	–	–	0,001284835

Приложение 4

Таблица П.4.1. Распределение баллов по математике 2015году профильный уровень.

Первичный балл	Тестовый балл ЕГЭ 2015г	Процент выполнения2015г	Первичный балл	Тестовый балл ЕГЭ 2015г	Процент выполнения2015г
0	0	0.53	17	74	2.12
1	5	1.04	18	76	1.63
2	9	1.92	19	78	1.1
3	14	3.11	20	80	0.76
4	18	4.66	21	82	0.51
5	23	5.98	22	84	0.34
6	27	9.03	23	86	0.23
7	33	9.57	24	88	0.17
8	39	9.62	25	90	0.12
9	45	9.15	26	92	0.08
10	50	8.46	27	94	0.06
11	55	7.33	28	96	0.04
12	59	6.16	29	97	0.03
13	64	5.17	30	98	0.02
14	68	4.48	31	99	0.01
15	70	3.63	32	100	0.01
16	72	2.93	33	100	0

Таблица П.4.2. Распределение баллов поступающих абитуриентов на ИМИиИТ в 2015 году в процентном соотношении.

Шкала	Доля учащихся (в %) получивших данный тестовый балл					
	44.03.01 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата) Очное и заочное отделение	44.03.01 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата) Очное отделение	44.03.01 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата) заочное отделение	Направления 44.03.01 и 09.03.02 очного отделения	44.03.01 – Педагогическое образование «Информатика» (бакалавриат) очное отделение	09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата) очное отделение
27	1,82	5,88	0	0	0	0
33	1,82	5,88	0	0	0	0
37	3,64	11,76	0	12	8,82	18,75
43	3,64	11,76	0	0	0	0
47	3,64	5,88	2,63	8	8,82	6,25
53	3,64	5,88	2,63	12	11,76	12,5
57	7,27	0	10,53	18	14,72	25
63	9,09	17,65	5,26	12	17,64	0
67	19,98	23,55	18,42	16	11,76	25
73	32,73	5,88	44,74	16	20,59	6,25

Шкала	Доля учащихся (в %) получивших данный тестовый балл					
	44.03.01 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата) Очное и заочное отделение	44.03.01 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата) Очное отделение	44.03.01 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата) заочное отделение	Направления 44.03.01 и 09.03.02 очного отделения	44.03.01 – Педагогическое образование «Информатика» (бакалавриат) очное отделение	09.03.02 – Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата) очное отделение
77	10,91	5,88	13,16	4	5,89	0
83	0	0	0	2	0	6,25
87	1,82	0	2,63	0	0	0
∑	100	100	100	100	100	100